www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

1e JAARGANG NUMMER 8 AUGUSTUS 1936

Philips Technisch Tijdschrift

BEHANDELENDE TECHNISCHE VRAAGSTUKKEN
SAMENHANGENDE MET DE PRODUCTEN, WERKWIJZEN EN ONDERZOEKINGEN
VAN DE N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

REDACTIE: HET NATUURKUNDIG LABORATORIUM DER N.V. PHILIPS'GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN

HET VERBLINDINGSPROBLEEM BIJ DE WEGVERLICHTING

door P. J. BOUMA.

Samenvatting. Na een korte omschrijving van hetgeen we onder verblinding willen verstaan, van de verschillende soorten verblinding, die kunnen optreden (directe, indirecte, simultane en successieve verblinding) en van de gevolgen, die hieruit ontstaan (vermindering van de prestaties van het oog, vermoeidheid, afleiden van de aandacht), wordt iets nader ingegaan op de invloed van de verblinding op de contrastgevoeligheid. Een van Holladay afkomstige benaderingsformule wordt besproken. Daarna komen achtereenvolgens ter sprake: de invloed van de successieve verblinding (nawerking), het gevoel van hinderlijkheid en de individueele verschillen. Dit laatste aan de hand van een onderzoek met 100 waarnemers. Tenslotte worden eenige practische conclusies uit de waarnemingen getrokken.

Eén der belangrijkste maar tevens één der moeilijkste problemen, waarmede wij in verband met de wegverlichting te maken hebben, is dat der verblinding. De moeilijkheden, die zich hierbij voordoen zijn van zeer verschillende aard. In de eerste plaats is men het er niet altijd over eens, wat we onder verblinding te verstaan hebben; ook is het moeilijk uit te maken, welke soort van verblinding de grootste rol speelt; verder weet men niet, welk criterium aangelegd moet worden om de mate van verblinding te beoordeelen; en ten slotte bestaat er wellicht geen onderwerp in de physiologische optiek, waar de individueele verschillen zoo sterk uitgesproken zijn als bij de verblinding.

Wat verstaan we onder verblinding?

Onder de naam verblinding willen we twee groepen van verschijnselen samenvatten:

1) Het feit, dat het prestatievermogen van het oog in allerlei opzichten achteruit gaat, wanneer een deel van het netvlies wordt verlicht met een helderheid, die ver uitgaat boven de gemiddelde helderheid, waarbij we waarnemingen willen verrichten.
2) Het gevoel van hinderlijkheid (gepaard gaande met het afleiden van de aandacht en met verschillende vermoeidheidsverschijnselen), dat door de aanwezigheid van een dergelijk object van groote helderheid wordt veroorzaakt.

Vaak treden beide verschijnselen gelijktijdig op; dikwijls is het echter noodzakelijk deze twee groepen uit elkaar te houden: het prestatievermogen van het oog kan vaak al betrekkelijk sterk gereduceerd zijn, voordat er sprake is van de verschijnselen, die in de tweede groep genoemd zijn.

Een typisch verschil tusschen beide groepen is verder, dat het prestatievermogen van het oog op allerlei manieren gemeten en in getallen uitgedrukt kan worden, terwijl dit bij de hinderlijkheidsverschijnselen veel moeilijker, vaak vrijwel onmogelijk is.

Het deel van het netvlies, dat door het verblindende licht wordt getroffen, kan hetzelfde zijn als het deel, waarmee we willen waarnemen. We spreken dan van directe verblinding. Deze treedt bijv. op, wanneer we de vorm van een lichtbron trachten waar te nemen, en ook, in andere vorm, wanneer we recht in een lichtbron hebben gekeken, en daarna met hetzelfde, centrale deel van het netvlies een voorwerp trachten te onderscheiden. Het geval, dat het getroffen deel van het netvlies niet samenvalt met het deel, waarmee we waarnemen, treedt nog veelvuldiger op, bijv. wanneer we bij het waarnemen van voorwerpen op de weg gehinderd worden door niet voldoende afgeschermde vaste lichtbronnen, of door de schijnwerpers van een ons tegemoetkomende auto. In dit geval spreken we van indirecte verblinding: het prestatievermogen van één deel van het netvlies gaat achteruit, doordat een

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

ander deel van het netvlies te sterk wordt geprikkeld [1]).

Zooals uit de voorbeelden reeds bleek, kan de invloed op de eigenschappen van het oog onderzocht worden tijdens de aanwezigheid van de verblindende lichtbron, of er na. In het eerste geval spreekt men van simultane verblinding, in het andere van successieve verblinding („nawerking"). Bij de bestudeering van het laatste verschijnsel speelt de tijd natuurlijk een groote rol.

Het meten van de simultane verblinding

Om de verblindende werking van verschillende lichtbronnen onder verschillende omstandigheden te bestudeeren, willen we deze werking in getallen uitdrukken. Hiertoe wordt gewoonlijk gemeten, hoeveel een bepaalde prestatie van het oog door de aanwezigheid van een verblindingsbron achteruit gaat. Zoo kunnen we bijv. meten de achteruitgang van contrastgevoeligheid, gezichtsscherpte, waarnemingssnelheid, enz. Voor alle metingen gelden de volgende algemeene conclusies:

1) De verblinding is des te erger, naarmate de verlichtingssterkte E, die de verblindingsbron op het oog geeft, grooter is.
2) De verblinding wordt sterker, naarmate de gezichtshoek α tusschen het waar te nemen object en de verblindingsbron kleiner is.
3) Eenzelfde verblindingsbron heeft des te sterker invloed, naarmate het helderheidsniveau van het tafereel, waarop men iets wil waarnemen, lager is.
4) Verblindingsbronnen van verschillende kleur geven vrijwel hetzelfde effect.

De uitvoerigste metingen zijn verricht over de invloed op de contrastgevoeligheid. Hier zullen we iets nader op ingaan.

De contrastgevoeligheid bij afwezigheid van verblindende lichtbronnen zij:

$$K = \frac{H}{\Delta H}$$

(ΔH is het helderheidsverschil, dat op een achtergrondshelderheid H nog juist waargenomen kan worden [2]). Deze contrastgevoeligheid wordt ten gevolge van de verblinding tot een fractie P van zijn oorspronkelijke waarde teruggebracht:

$$K' = PK = H : \left(\frac{\Delta H}{P}\right).$$

Met andere woorden, bij aanwezigheid van de verblindingsbron kan men een helderheidsverschil $\Delta H/P$ nog juist waarnemen.

Men kan de achteruitgang van de contrastgevoeligheid ten gevolge van de verblinding in plaats van door de grootheid P ook karakteriseeren door de zgn. „equivalente sluierhelderheid" (veiling brightness) H', die we in navolging van Holladay als volgt definiëeren:

Het nog juist waar te nemen helderheidsverschil zou eveneens van ΔH tot $\Delta H/P$ verhoogd zijn, indien we in plaats van de verblindingsbron nog een extra helderheid H' over het geheele gezichtsveld aanbrachten. Voor deze grootheid H' heeft Holladay de volgende benaderingsformule gegeven:

$$H' = C\frac{E^n}{\alpha^m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

H', E en α hebben de boven omschreven beteekenis; C, n en m zijn constanten, die volgens Holladay de volgende waarden hebben: $C = 9{,}2$ (wanneer H' in kaarsen/m², E in lux en α in graden wordt uitgedrukt), $n = 1$, $m = 2$.

De sluierhelderheid is dus evenredig met de hoeveelheid licht van de verblindingsbron, en omgekeerd evenredig met het quadraat van de gezichtshoek tusschen object en verblindingsbron. We willen het gebruik van deze formule door een voorbeeld illustreeren. Hiertoe moeten we gebruik maken van het verband, dat — bij afwezigheid van verblindende lichtbronnen — tusschen de grootheden ΔH en H bestaat, en dat voor wit licht in *fig. 1* is weergegeven. We lezen hieruit bijv. af, dat bij een helderheid $H = 0{,}3$ K/m² een helderheidsverschil 0,013 K/m² nog juist waargenomen kan worden (contrastgevoeligheid $K = 23$). We denken ons nu een verblindingsbron aangebracht, die een lichtsterkte van 810 kaars bezit in de rich-

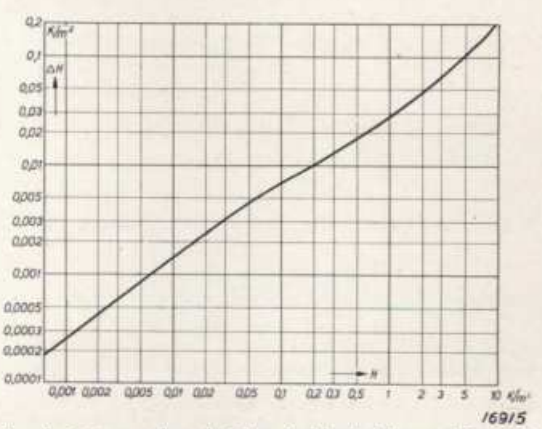


Fig. 1. Juist te onderscheiden helderheidsverschil ΔH als functie van de helderheid H van de achtergrond; beide uitgedrukt in K/m². De figuur geldt voor wit licht. De verhouding van abscis en ordinaat geeft de contrastgevoeligheid.

[1]) Deze achteruitgang is ten deele ook toe te schrijven aan de verstrooiing van het verblindende licht in de verschillende deelen van het oog.

[2]) Zie ook: Philips techn. T. 1, 166, 1936.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

ting van ons oog, en zich 2 meter zijdelings van het waar te nemen object bevindt. De afstand oog-verblindingsbron zij 30 meter, de verlichtingssterkte op het oog (ten gevolge van de verblindingsbron) dus $E = 0{,}9$ lux, en $\alpha = 3{,}82°$. Dit is het geval, dat volgens het rapport van de verlichtingscommissie van K.N.A.C. en A.N.W.B. (1925) juist „hinderlijk verblindend" wordt genoemd. Uit (1) vinden we:

$$H' = 0{,}568 \text{ K/m}^2.$$

Uit fig. 1 lezen we voor de helderheid $H+H' = 0{,}868$ K/m² een $\Delta H = 0{,}03$ K/m² af, zoodat de contrastgevoeligheid $K' = 0{,}3/0{,}03 = 10$ geworden, en dus een factor 2,3 gedaald is.

Wij vestigen er de aandacht op, dat de formule van Holladay ons slechts de orde van grootte der effecten geeft. Door verschillende auteurs werden afwijkingen gevonden:

a) De waarde van m variëert bij diverse auteurs van 1,5 (Stiles) tot 4 (rapport K.N.A.C.), terwijl wij vonden, dat m vrij sterk van de waarde van α afhangt; in het gebied van 2—15° werd gemiddeld $m = 2$ gevonden.

b) Een verblindingsbron, die zich boven het object bevindt, heeft minder invloed dan één die er naast of er onder staat (Weigel, Bouma); hiervan geeft ons (1) geen rekenschap.

c) Uit de getallen van Holladay blijkt, dat n nog van α afhangt; bij toenemende α neemt n af; voor $\alpha = 2{,}5—5°$ is de gemiddelde waarde $n = 0{,}90$. Wij vonden $n = 0{,}89$ voor $\alpha = 3{,}3°$. De evenredigheid met E gaat dus niet streng op.

d) In (1) komen de helderheid H_V van de verblindingsbron en de hoek σ, waaronder hij gezien wordt, alleen voor in de combinatie E, die evenredig is met $H_V\,\sigma^2$. De wet, dat de invloed van de verblindingsbron bij eenzelfde E onafhankelijk is van de afzonderlijke keuze van H_V en σ, geldt alleen voor kleine verblindingsbronnen, dus voor $\sigma < \sigma_0$. Als waarde voor σ_0 vindt men opgegeven: 3° (Bordoni); 1° (Stiles); 0,5° (A.N.W.B), terwijl wij vonden, dat de wet bij $\sigma = 0{,}6°$ nog goed opgaat.

e) Bij onze metingen bleek H', behalve van E en α, ook nog van H afhankelijk te zijn.

Uit deze afwijkingen blijkt wel, dat we de „equivalente sluierhelderheid" niet mogen opvatten als een helderheid, die door het in het oog verstrooide licht werkelijk op het netvlies wordt aangebracht, maar alleen als een fictieve grootheid, die ons het samenvatten van de meetresultaten vergemakkelijkt. Metingen met de afname van gezichtsscherpte, waarnemingssnelheid, enz. als criteria geven analoge resultaten, hoewel de samenvatting met behulp van een sluierhelderheid hier niet zoo eenvoudig is door te voeren.

De invloed van de kleur van het licht is in deze gevallen zeer gering. Wat bijv. de vergelijking tusschen gloeilampenlicht en natriumlicht betreft, vinden vele auteurs binnen de meetfouten dezelfde waarden, terwijl anderen een gering voordeel voor natriumlicht constateeren. Bij een op dit laboratorium uitgevoerd onderzoek, waaraan 100 waarnemers deelnamen, werd een gering voordeel voor natriumlicht gevonden: de toelaatbare intensiteit van de natriumverblindingsbron bleek gemiddeld 1,086 maal zoo hoog te zijn als die van de witte verblindingsbron. De waarschijnlijke fout in dit getal bedroeg 3%. Voor 61% van de waarnemers leverde de natriumverblindingsbron een minder sterke afname van K dan de even sterke witte verblindingsbron, bij 39% was het omgekeerde het geval.

De successieve verblinding

Als maat voor de successieve verblinding komen o.a. in aanmerking:

a) De tijd, gedurende welke het nabeeld van de verblindingsbron zichtbaar is.

b) De tijd, die na de verblinding verloopt, voordat het oog weer tot een zekere prestatie in staat blijkt te zijn.

Op dit gebied zijn nog weinig samenhangende metingen verricht. Toch zijn hier wel enkele conclusies te trekken. Zoo blijken bijv. in het algemeen de stralen met korte golflengte (blauw, violet), wat de successieve verblinding betreft, het meest hinderlijk te zijn. In dit opzicht bezit dus bijv. natriumlicht positieve voordeelen ten opzichte van gloeilampenlicht en kwiklicht.

Verder blijkt een lichtbron van groote helderheid en kleine afmeting een ernstigere successieve verblinding te veroorzaken dan een lichtbron van gelijke lichtsterkte, doch grooter oppervlak.

Hinderlijkheid van de verblinding

Het gevoel van onaangenaamheid, ergernis, hinderlijkheid, enz., dat een verblindende lichtbron opwekt, is zeer moeilijk in getallen uit te drukken. Men heeft getracht twee lichtbronnen direct op „gelijke hinderlijkheid" in te stellen (Harrison), doch zonder veel succes.

Ook de meting van vermoeidheidsverschijnselen uit het geleidelijke afnemen van de prestaties van het oog tijdens langdurige aanwezigheid van een ver-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Digitized by www.freeservicemanuals.info

blindingsbron (bijv. het afnemen van de leessnelheid) heeft nog geen belangrijke resultaten opgeleverd. Uit de metingen van M o u t o n blijkt, dat in dit speciale geval practisch geen verschil bestaat tusschen wit gloeilampenlicht en het licht, dat hieruit ontstaat door alle golflengten kleiner dan 5000 Å (blauwgroen, blauw, violet) weg te filteren[3]).

Waar hier dus geen goede metingen bekend zijn, zullen we ons oordeel over de hinderlijkheid moeten baseeren op de algemeene ervaring, die men in de praktijk hierover heeft opgedaan. De volgende feiten blijken dan wel vast te staan:

1) Evenals bij de successieve verblinding is ook hier een lichtbron van groote helderheid en kleine afmeting veel onaangenamer dan een lichtbron van dezelfde lichtsterkte, doch met grooter oppervlak.
2) In het algemeen dragen de blauwe stralen het meest tot de hinderlijkheid bij. Vandaar, dat het gele licht (zoowel het monochromatische natriumlicht als het „Selectiva" licht) zooveel minder hinderlijk is dan het witte licht.

Individueele verschillen

Bij alle beschreven metingen over verblinding zijn de individueele verschillen zeer groot. Ter illustratie hiervan willen we iets nader ingaan op de resultaten van de boven reeds genoemde metingen aan een honderdtal medewerkers van dit laboratorium verricht.

Elke waarnemer bepaalde, voor een speciaal geval (helderheid achtergrond $H = 0{,}3$ K/m²; verlichting door de verblindingsbron op het oog $E = 2{,}1$ lux; hoekafstand object-verblindingsbron 3,1°) de contrastgevoeligheid zonder verblindingsbron, met natriumverblinding, en met een even sterke witte verblindingsbron. De gemiddelde afwijking van een waarnemer ten opzichte van het gemiddelde bedroeg ongeveer 40%. Afwijkingen tot een factor drie traden op. Ondanks deze groote strooiing konden de volgende wetmatigheden vastgelegd worden:

1) De 32 personen, die een bril droegen, vertoonden reeds zonder verblindingsbron een kleinere gemiddelde contrastgevoeligheid dan de anderen (factor 1,2); bovendien hadden ze meer last van de verblindingsbron, zoodat hun contrastgevoeligheid m e t verblindingsbron belangrijk slechter was (factor 1,4 — 1,5) dan die van de anderen.
2) De verhouding van de boven ingevoerde contrastverlagingsfactoren P bij natrium- en bij witverblinding bedroeg gemiddeld:

$P_{Na} : P_{wit} = 1{,}059$ (waarschijnlijke fout ca. 0,022). Dit geringe voordeel van natriumlicht is in hoofdzaak afkomstig van de brildragende menschen (gemiddeld 1,128), terwijl voor de ongebrilde practisch geen verschil bestond (gemiddeld 1,024).

3) De contrastgevoeligheid, zoowel met als zonder verblindingsbron, is bij de oudere menschen kleiner dan bij de jongere. De achteruitgang tusschen 18 en 50 jaar bedroeg zonder verblinding een factor 1,48; met natriumverblinding een factor 1,57; met witte verblinding een factor 1,69. *Fig. 2* geeft als voorbeeld de achteruitgang bij natriumverblinding. Elk punt geeft het gemiddelde van een bepaalde groep waarnemers aan. De horizontale pijlen door dit punt geven het leeftijdsgebied aan, waarover het gemiddelde is genomen; de verticale pijlen de grootte van de waarschijnlijke fout.

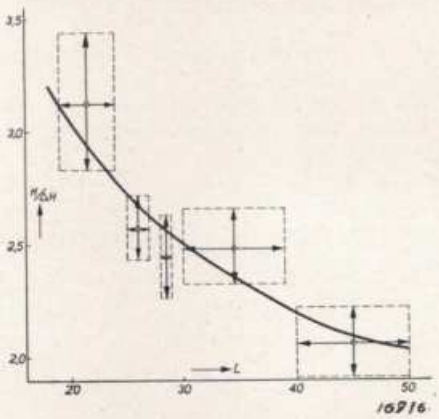


Fig. 2. De contrastgevoeligheid $H/\Delta H$ tijdens de aanwezigheid van een verblindende natriumlichtbron in afhankelijkheid van de leeftijd L (in jaren) van den waarnemer. De horizontale pijlen geven het leeftijdsgebied aan, waarover het gemiddelde genomen is, de verticale pijlen de waarschijnlijke fout. De kromme is ontstaan uit de waarnemingen van 100 personen.

4) Aan de waarnemers werd ook gevraagd, of het natriumlicht dan wel het witte licht de meest onaangename indruk maakt; 25% konden geen voorkeur aangeven; van de overblijvenden prefereerden 66% natriumlicht, 34% wit licht. De bovengenoemde verhouding $P_{Na} : P_{wit}$ bedroeg voor de eerste groep gemiddeld 1,092, voor de tweede groep 0,946. Er blijkt dus wel een samenhang te bestaan tusschen het aangenamer vinden van een bepaalde lichtsoort eenerzijds en het beter zien anderzijds, alhoewel het meermalen voorkwam, dat de ééne lichtsoort aangenamer werd genoemd, terwijl juist bij de andere beter werd waargenomen.

[3]) Een dergelijk licht vindt onder den naam „Selectiva" toepassing voor auto- en rijwielverlichting.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Uit de juist beschreven proeven blijkt wel, dat men uiterst voorzichtig moet zijn met het trekken van vèrgaande conclusies uit metingen, die slechts door één of enkele personen zijn verricht.

Practische conclusies

Het is in alle opzichten gewenscht, dat het oog zoo kort mogelijk blootgesteld wordt aan de verblindende werking van een vaste lichtbron, die gepasseerd wordt. Hiertoe zal men moeten verhinderen, dat de lichtbron stralen uitzendt onder zeer kleine hoeken (bijv. kleiner dan 15 à 20°) met de horizon.

In verband met de successieve verblinding en de kwestie van de hinderlijkheid is het gewenscht de lichtbronnen een geringe oppervlaktehelderheid (en dus een groot oppervlak) te geven. In dit opzicht heeft het natriumlicht bij gebruik van niet afgeschermde lichtbronnen speciale voordeelen ten opzichte van kwiklicht.

Om de beide zelfde redenen zal men met voordeel lichtbronnen kunnen gebruiken, die weinig of geen blauwe stralen bevatten („Selectiva"-licht voor auto- en fietslampen, natriumlicht voor vaste verlichting).

Door verhooging van de helderheid van het wegdek (hetzij door de verlichtingssterkte op te voeren, hetzij door de reflectiecoëfficiënt van de weg grooter te maken) is in het algemeen een vermindering van de verblindende invloed der lichtbronnen te bereiken.

De verblinding door andere weggebruikers is vele malen sterker dan die door onvoldoend afgeschermde vaste lichtbronnen; de laatste storen echter toch sterker dan men denken zou, door hun voortdurend wederkeeren. De ideale oplossing is dus: de wegverlichting in hoofdzaak door de vaste lichtbronnen, en deze behoorlijk afgeschermd, zoodat we ze niet onder kleine hoeken met de horizon kunnen zien.

Literatuur

Weigel, Licht u. Lampe **18**, 995 en 1051, 1929. (Uiteenzetting over de verschillende typen van verblinding.)

Harrison, Trans. Ill. Eng. Soc. **15**, 34, 1920. (Directe vergelijking van de hinderlijkheid van twee verblindingsbronnen.)

Holladay, Journ. Opt. Soc. Am. **12**, 271, 1926; **14**, 1, 1927. (O.a. de bekende benaderingsformule.)

Stiles, Ill. Eng. **22**, 195 en 304, 1929. (Benaderingsformule van Holladay met $m = 1{,}5$.)

Rapport permanente verlichtings-commissie van de K.N.A.C. en de A.N.W.B., 1925. (Zichtbaarheidsmetingen bij verblinding, voorstellen voor wettelijke bepalingen.)

Luckiesh, Holladay en Taylor, Journ. Opt. Soc. Am. **11**, 311, 1925. (De invloed op de contrastgevoeligheid is vrijwel onafhankelijk van de kleur.)

Bouma, Polytechn. Weekblad **29**, 625, 1935. (Afwijkingen van de formule van Holladay, duur van nabeelden, hersteltijd na verblinding, waarnemen met één of twee oogen.)

Bordoni, Int. Comm. Ill. Proc. 349, 1924. (Voor verblindingsbronnen kleiner dan 3° hangt de invloed alleen af van de totale lichtsterkte.)

Mouton, Recherches sur les propriétés physiques et les effets physiologiques d'une lumière colorée, Paris 1935, pag. 83-89. (Readaptatietijden, vermoeidheid bij geel en wit licht.)

Digitized by www.freeservicemanuals.info

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

DE SNIJBAND VOOR HET PHILIPS-MILLER-SYSTEEM

door C. J. DIPPEL.

Samenvatting. Voor het Philips-Miller systeem voor geluidsopname moest een speciale registratieband gefabriceerd worden, waarvan de eigenschappen in het onderstaande artikel worden beschreven. Deze band bestaat uit een minstens 50 μ dikke snijlaag van gelatine, welke op een drager van celluloid is aangebracht. Op de snijlaag ligt een zwarte deklaag van colloïdaal kwiksulfide, welke slechts 3 μ dik en volkomen korrelvrij is. Door chemische behandeling van de gelatine en speciale toevoegingen is bereikt, dat een fraai helder, scherp begrensd gemoduleerd geluidsspoor gesneden kan worden. Beide lagen worden met groote gelijkmatigheid binnen nauwe grenzen op elkaar aangebracht.

Inleiding

Het is uit voorgaande artikelen[1]) wel duidelijk gebleken, dat voor het mechanisch registreeren van geluid volgens het Philips-Millersysteem ook aan de band, waarop het geluid vastgelegd wordt, „Philimil"-band genaamd, bijzondere eischen moeten worden gesteld.

Een dergelijke registratieband moet immers bestaan uit een systeem van twee lagen op een drager, bijv. celluloid: nl. een s n ij l a a g, welke uit hoofde van de geëischte modulatiebreedte en beitelvorm een minimale dikte van 50 μ moet hebben en een zeer dunne d e k l a a g. Deze laatste moet het licht, waarvoor de fotocel maximaal gevoelig is, niet of nagenoeg niet doorlaten. Bij de gebruikelijke fotocellen is dit het infraroode deel van het spectrum. Tevens moet de deklaag het licht absorbeeren, dat gebruikt wordt voor het eventueel fotografisch afdrukken van het gesneden positief. Tenslotte moet de deklaag zoo dun mogelijk zijn.

Het onderzoek ging in twee richtingen:

1) het maken van een snijlaag, waarin met niet al te groote weerstand een scherpe modulatie kan worden gesneden;
2) het aanbrengen van een deklaag hierop, welke aan bovengenoemde eischen voldoet.

Eischen betreffende zwarting en doorzichtigheid van een transversale geluidsregistratie

Vooraf kan men eenige eischen formuleeren, die voor het onderzoek van belang zijn.

Men wil natuurlijk bij een gegeven versterking met het fonogram een zoo groot mogelijk gebied van geluidsintensiteiten kunnen weergeven. De grootte van dit gebied wordt eenerzijds bepaald door de sterkte van het geruisch, daar de zachtste tonen hierbovenuit hoorbaar moeten zijn, anderzijds door het verschil in doorlating van het heldere en het zwarte deel van het fonogram. Dit bepaalt nl. bij een gegeven rustspoorbreedte de grootste amplitude van de lichtpulsatie, welke op de fotocel valt. Noemen we T_H de doorzichtigheid van het heldere, T_Z die van het zwarte deel[2]), dan is dus bij volle modulatie de grootste hoeveelheid licht, die op de fotocel valt en daardoor dus ook de opgewekte fotostroom, evenredig met T_H, de kleinste hoeveelheid met T_Z en de amplitude van de lichtpulsatie met $(T_H - T_Z)$. Het verschil $T_H - T_Z$ kan maximaal $= 1$ zijn nl. wanneer de deklaag geheel ondoorzichtig is $(T_Z = 0)$ en de blanke laag niet in het minst absorbeert $(T_H = 1)$.

Hoe dik moet nu de zwarte deklaag zijn om $T_H - T_Z$ voldoende dicht bij 1 te doen liggen? In *fig. 1* is het verband aangegeven tusschen de doorzichtigheid en de „zwarting". Onder zwarting verstaat men in de fotografie $S = {}^{10}log\ 1/T$, waarin T de doorzichtigheid is.

Fig. 1. De doorzichtigheid T (ordinaat) als functie van de zwarting S (abscis) van de deklaag: $S = {}^{10}log\ (1/T)$. De fotocelstroom is evenredig met het doorvallende licht, de zwarting is bij een gegeven stof evenredig met de dikte van de deklaag. Uit de grafiek blijkt, dat boven $S = 1{,}4$ de doorzichtigheid, en dus de fotocelstroom, nog slechts zeer weinig afneemt, zoodat het, wat betreft de maximaal weer te geven intensiteit van het geluid, niet noodig is de deklaag dikker te maken dan overeenkomt met deze zwarting. In het gebied van kleine zwartingen neemt de doorzichtigheid veel sneller af. Om het verschil tusschen de doorzichtigheid van het heldere deel en het zwarte deel van het geluidsspoor $(T_H - T_Z)$ zoo dicht mogelijk bij de maximale waarde 1 te doen liggen, moet dus vooral gezorgd worden, dat T_H zoo groot mogelijk is.

[1]) Zie Philips techn. T. 1, 107, 135 en 211, 1936.

[2]) De doorzichtigheid of transparantie is $T = I_1/I_0$, waarbij I_0 de intensiteit van het opvallende licht en I_1 die van het doorgelaten licht is.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Dus bij:

$T = 1$ is $S = 0$
$T = 0$ is $S = \infty$
$T = 0{,}1$ is $S = 1$, enz.

De zwarting is evenredig met de dikte van de zwarte deklaag. Immers legt men twee lagen met een zwarting $S = 1$ op elkaar, dan verkrijgt men $S = 2$ (doorzichtigheid = 0,01). Fig. 1 geeft direct het antwoord op de vraag hoe dik de deklaag moet zijn: De zwarting van de deklaag behoeft niet grooter te zijn dan $S = 1{,}4$ ($T = 0{,}04$) gemeten in het infraroode licht, dat voor het weergeven gebruikt wordt, want boven $S = 1{,}4$ neemt de doorzichtigheid niet meer sterk af. Daardoor is de deklaagdikte bepaald; door opvoering van de deklaagdikte kan men het gebied van geluidssintensiteiten niet meer in gunstige zin beïnvloeden. Zouden we een deklaag maken met een $S = 4$ ($T = 0{,}0001$), waar men niet meer doorheen kan zien, dan zou daardoor dit gebied ten opzichte van $S = 1{,}4$ slechts met 0,4 decibel verhoogd worden, terwijl de deklaag daartoe 3 maal zoo dik gemaakt zou moeten worden [3]).

Om dus een groot gebied van geluidsintensiteiten met constante versterking weer te kunnen geven moet gezorgd worden, dat

1) de zwarting van de deklaag = 1,4 is; een hoogere waarde geeft praktisch geen voordeel;
2) de doorzichtigheid in het heldere gedeelte zoo groot mogelijk is; een geringe sluier van bijv. $S = 0{,}06$ geeft reeds een vermindering der doorzichtigheid van 1 tot 0,87, dus van 13%;
3) alle oorzaken voor ruischen vermeden worden; de randscherpte van het gesneden spoor zal dus aan hooge eischen moeten voldoen en het spoor zelf zoo homogeen mogelijk moeten zijn.

De snijlaag

Als basissubstantie voor de snijlaag kunnen allerlei materialen in aanmerking komen. Gelatine is gekozen, daar bij een onderzoek bleek, dat snijden in gelatine meer vooruitzicht opende op goede resultaten dan het snijden in bijv. nitro- of acetylcelluloselagen, terwijl het voorts een relatief goedkoop materiaal is en de techniek van het gieten in verschillende lagen op elkaar in fotografische fabrieken volkomen wordt beheerscht.

De volgende eischen moeten aan het te snijden spoor worden gesteld:

1) het gesneden spoor moet helder en doorzichtig zijn;
2) de rand van het spoor moet glad en strak zijn;
3) de weggesneden krul moet goed afloopen, niet aan de beitel kleven en niet afbrokkelen;
4) de slijtage van de beitel moet slechts gering zijn.

Aan de eerste eisch, helderheid van het spoor,

[3]) Immers, stelt men $T_H = 1$, dan is de toename van het verschil $T_H - T_L$ gelijk aan $1 : (1 - 0{,}04) = 1{,}042$, de toename in geluidsintensiteit het kwadraat hiervan of 1,086. Men vindt het aantal decibels door de briggiaansche logarithme hiervan (0,035) met 10 te vermenigvuldigen. Rekent men met de practische waarde $T_H = 0{,}93$, dan vindt men 0,38 decibels.

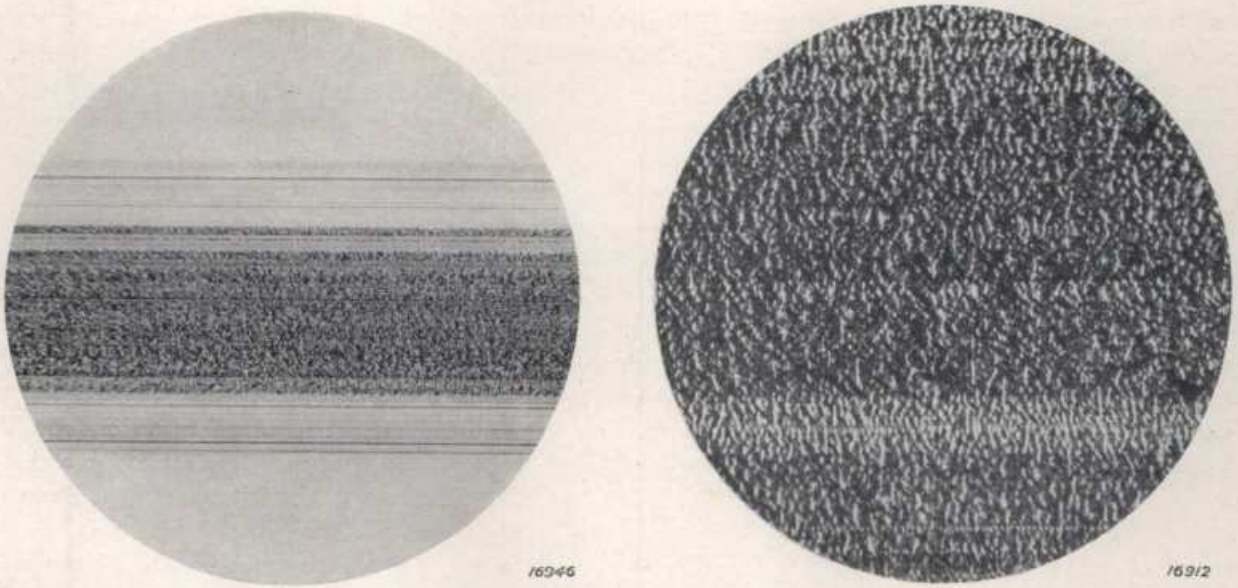


Fig. 2. Op de microfoto links (vergrooting 60 maal) ziet men een gedeeltelijk mat snijspoor in een heldere gelatinelaag. Het is duidelijk te zien, dat het matte gedeelte sterk het licht verstrooit en dat de begrenzing van het matte gedeelte en het heldere gedeelte niet scherp is. De foto rechts geeft een beeld van het matte snijspoor bij een vergrooting van 200 maal.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

is bijzondere aandacht besteed. In vele materialen kan men slechts een mat spoor snijden, dat onder de microscoop het uiterlijk heeft als in *fig. 2*. Men ziet, dat een dergelijk spoor geheel of gedeeltelijk een ruw oppervlak heeft. Het gevolg is natuurlijk een verstrooiing van het licht, dus een achteruitgang van de doorzichtigheid en indien het matzijn zich tot de rand uitstrekt tevens een onscherpte van de spoorbegrenzing, die bij-geluid veroorzaakt.

Het is noodig de gelatine een speciale chemische behandeling — in de chemie „afbraak" genoemd — te doen ondergaan om zekerheid te hebben, dat het snijspoor helder is.

Gelatine is een eiwitachtig product, dat verkregen is uit de dierlijke eiwitstoffen, die voorkomen in bindweefsel (spieren, pezen, lederhuid) en beenderen. Het eiwit bevindt zich hier in lange moleculketens, die driedimensionaal meer of minder gerangschikt zijn. Door behandeling met basen laat men deze eiwitmassa zwellen, d.w.z. water opnemen, en door ze daarna te verwarmen (thermolyse) worden de zwakkere bindingen losgemaakt en gaan geleidelijk kleinere molecuulcomplexen van colloïdale afmetingen in oplossing. Het resultaat is een colloïdale gelatine-oplossing, waarin nog in hoofdzaak dezelfde eiwitmoleculen de bouwsteenen van de deeltjes zijn; alleen zijn deze complexen zoo klein geworden, dat ze onder invloed van het water colloïdaal in oplossing kunnen gaan. De rangschikking van de eiwitketens zelve is door deze behandeling ook in hooge mate verminderd.

Het aldus verkregen product, dat ieder kent als gelatine in de huishouding en als hoofdbestanddeel van lijm, is een geschikt uitgangsproduct gebleken voor de fabricage van de snijlaag. De gelatinefabrikant levert niet altijd hetzelfde product af. De eindtoestand van de door hem beoogde afbraak is nl. niet scherp gedefiniëerd, evenmin de begintoestand, en daaraan is het wel toe te schrijven, dat het eene fabrikaat zonder meer betere snijeigenschappen heeft dan het andere. Teneinde deze gunstig te beïnvloeden en voor alle partijen gelatine gelijk te maken, wordt het afbraakproces nog voortgezet onder beheerschte condities, waarbij echter thans tevens de eiwitmoleculen zelve worden aangepakt. De ketens worden korter; de viscositeit van de oplossingen in water daalt sterk. Gingen we met dit proces door, dan zou het eindstadium zijn, dat we een moleculaire oplossing overhielden van aminozuren (de bekende, uiteindelijke afbraakproducten van eiwit), waarvan geen film meer te gieten is. Daarom wordt dit proces slechts tot een bepaalde graad, waarvoor de viscositeit een maatstaf is, voortgezet onder volkomen vaststaande condities van waterstof-ionenconcentratie, temperatuur, dichtheid, enz.

Wat hebben we hiermede bereikt?

Ten eerste zijn de onderlinge verschillen van diverse partijen gelatine min of meer verdwenen. Maar tevens is de weerstand van de beitel in de snijlaag geringer geworden. En, wat het voornaamste is, het snijspoor in dergelijke extra afgebroken gelatine is volkomen doorzichtig. De extra afbraak heeft bovendien nog het groote voordeel, dat eventueele kleine verontreinigingen met minder spanning in de snijlaag vastzitten en dat vóór het gieten het filtreeren van de gelatinemassa gemakkelijker is, daar immers door deze thermische behandeling de viscositeit sterk is gedaald.

Om te voorkomen, dat de aldus behandelde gelatine een brokkelige snijlaag zou geven, wordt een in water oplosbare olie in een bepaalde verhouding aan de gelatine-oplossing toegevoegd. Deze toevoeging heeft tot resultaat, dat de ingedroogde snijlaag een veel grootere soepelheid verkrijgt, zoodat men bij aanwezigheid van deze olie veel verder kan gaan met de afbraak, dan zonder deze toevoeging mogelijk zou zijn. Door aan de uiteindelijk te gieten massa een bepaalde concentratie van waterstofionen te geven wordt bereikt, dat in de gedroogde snijlaag ook een weinig vrij oliezuur voorkomt. Dit heeft een zekere mate van smering tengevolge, wat in verband met de wrijving van het afloopende materiaal van de krul langs de voorkant van de beitel van belang is.

Op deze wijze kan men een snijband fabriceeren, die een helder snijspoor geeft, een goed samenhangende afloopende krul en een zeer goede randscherpte, terwijl tevens eventueel vuil in de gelatine door filtreeren gemakkelijk te verwijderen is en later ingekomen verontreinigingen een minder schadelijk effect hebben.

De deklaag

Het is bekend [4]) dat de wit-zwart begrenzing van de modulatie in een fotografisch opgenomen transversaal geluidsschrift niet scherp is tengevolge van de fotografische korrel. Bij fotografische films is deze korrel tot nog toe een vrijwel onvermijdelijk gevolg van de processen, die noodig zijn om een hooge lichtgevoeligheid te bereiken. Daar de „Philimil"-band niet lichtgevoelig behoeft te zijn, is het mogelijk gebleken om een geheel korrelvrije deklaag aan te brengen, hetgeen gewenscht gebleken is, omdat een korrelige wit-zwart begrenzing

[4]) Zie Philips techn. T. 1, 107, 1936.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

volgens recente onderzoekingen nog een niet te verwaarloozen bijdrage tot het ruischen veroorzaakt.

Het is ook duidelijk, dat men bij voorkeur de deklaag zóó zal aanbrengen, dat de eigenschappen van de snijlaag er niet ongunstig door worden beïnvloed. Zou men bijv. op de snijlaag een belichte en korrelvrije gelatine-emulsie van zilver-halogenide aanbrengen, die daarna zoo korrelvrij mogelijk volkomen wordt ontwikkeld, dan moet het geheele fabricageproduct ontwikkel- en fixeerbaden passeeren, die een bepaalde alkaliteit hebben en tevens min of meer hardend werken. Zelfs wanneer deze ontwikkeling, fixeering en spoeling zeer reproduceerbaar worden uitgevoerd, houdt men het bezwaar, dat men door de aldus vereischte behandeling van de deklaag de snij-eigenschappen van de snijlaag ongunstig beïnvloedt. Het is daarom in het algemeen noodig gebleken de deklaag dusdanig op de snijlaag aan te brengen, dat geen algeheele nabehandeling noodig is; men kan dan ook technisch beter aan de zeer hoog te stellen eischen van afwezigheid van verontreinigingen voldoen.

De substantie van de zwarte deklaag wordt in het algemeen eerst apart gefabriceerd en in de vorm van een met gelatine gemengde zwarte oplossing op de snijlaag gelegd. Nu is het uit het bovenstaande duidelijk, dat het systeem een dunne deklaag eischt met een zwarting van minimaal 1,4 gemeten in infrarood evenwijdig licht, terwijl de variaties der zwarting geen aanleiding mogen geven tot ruischen. De d e k k r a c h t van de zwarte substantie moet dus hoog zijn, d.w.z. men moet de vereischte zwarting met dunne lagen kunnen bereiken. Vele kleurstoffen, die gemengd met of geadsorbeerd aan gelatine, in dikke lagen een voldoende zwarting geven, komen niet in aanmerking omdat hun dekkracht onvoldoende is. Men moet daarbij bedenken, dat in de begrenzing van het spoor, tengevolge van de vorm van de beitel de deklaagdikte wigvormig afneemt tot nul. Hoe grooter de dekkracht is, des te smaller is in deze wig het gedeelte, dat een zwarting beneden 1,4 zal hebben.

De „Philimil"-band heeft een deklaag, die bestaat uit een langs chemische weg gemakkelijk te bereiden zwart kwiksulfide-sol (onder een sol verstaat men een colloïdale oplossing, waarin geen microscopisch zichtbare korrels aanwezig zijn), dat evenals andere metaalsulfidesolen en metaalsolen een hooge dekkracht bezit: 1 mg aangebracht op 1 cm² geeft reeds een zwarting in het infrarood van 2,5 - 5, naar gelang de wijze van bereiding. Tevens blijkt uit *fig. 3*, dat de zwarting in het zichtbare gedeelte van het spectrum en vooral in het ultraviolette sterk toeneemt. Dit heeft groote voordeelen in verband met het fotografisch afdrukken van het „Philimil"-positief.

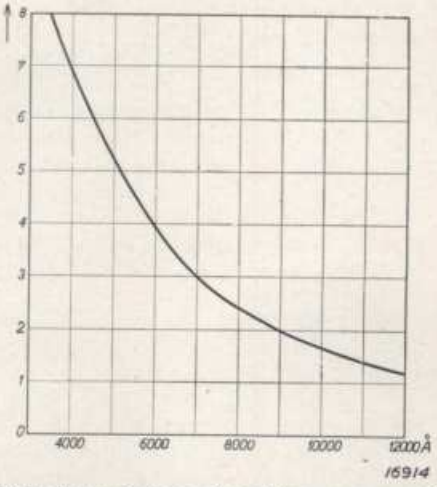


Fig. 3. Lichtabsorptie door de deklaag van een „Philimil"-band. De deklaag van deze band was 2,4 μ dik. Men ziet, dat de zwarting in het copiëerlicht (± 4000 Å) 3 à 4 maal zoo groot is als in het weergavelicht (± 8000 Å), d.w.z. de d e k k r a c h t van de deklaag is voor het copiëerlicht ook 3 à 4 maal zoo groot.

De dikte van de deklaag bedraagt 3 μ, hoewel het technisch mogelijk is de vereischte zwarting ook met veel dunnere lagen te bereiken. Met het oog op mechanische beschadiging is echter de dikte niet lager gekozen.

Vergelijkt men onder de microscoop een geregistreerde hooge frequentie, die volgens het Philips-Miller-systeem is opgenomen met een, welke fotografisch is vastgelegd, dan valt terstond op hoeveel scherper het eerstgenoemde beeld is (zie *fig. 4*). Dit is het gevolg van het feit, dat we bij de „Philimil"-band een korrelvrij systeem hebben, waardoor eenerzijds een zeer hooge randscherpte is gewaarborgd en wij anderzijds niet zoo als bij fotografische registratie van hooge frequenties last hebben van het dichtloopen der pieken aan de basis tengevolge van verstrooiing van het licht door de korrels van de gevoelige laag. Door dit laatste wordt de amplitude verkleind en zal men altijd verliezen in de hooge frequenties hebben. Bij de mechanische opname volgens het Philips-Miller-systeem heeft men gelukkigerwijze uit dien hoofde geen beperking.

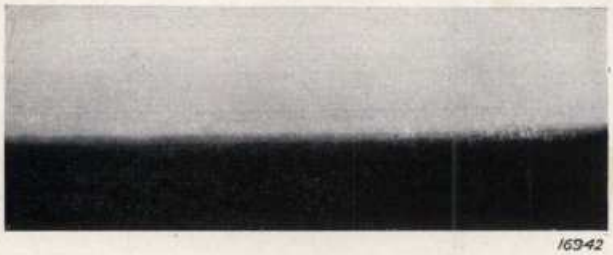
De fabricage

De fabricage van de „Philimil"-band volgens de in het bovenstaande aangeduide resultaten van het onderzoek, heeft aanvankelijk nog eenige moeilijkheden naar voren gebracht, die alle successievelijk overwonnen zijn.

In de allereerste plaats moet daarbij genoemd

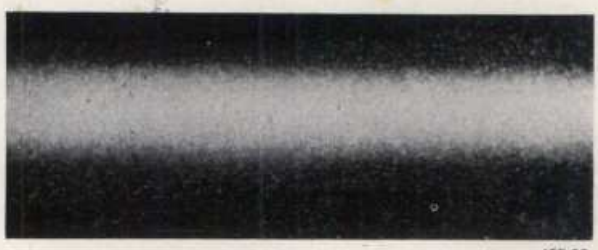
Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



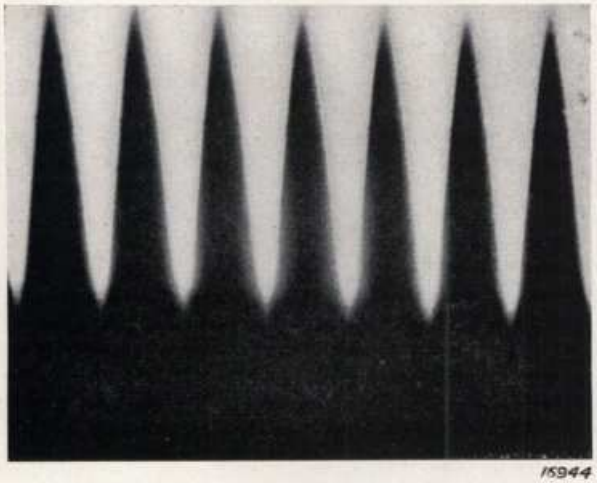
16942

Fig. 4. a) Begrenzing van een ongemoduleerd Philips-Miller-spoor, 100 × vergroot. Men ziet duidelijk, dat ook in het doorzichtige gedeelte van de gesneden wig geen korrels zijn te zien.



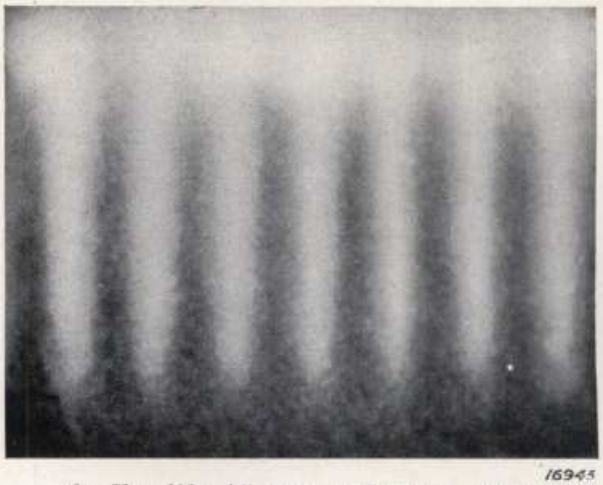
16943

b) Ter vergelijking met fig. 4a een microfoto van een rustspoor in een goede film volgens het fotografisch systeem met zichtbaar licht.



15944

c) Microfoto met dezelfde vergrooting (100 ×) van een geluidsspoor met een frequentie van 5000 hertz. Philips-Miller-systeem (positief).



16945

d) Hetzelfde bij een goede film (fotografisch positief).

worden de zeer belangrijke eisch, dat het verkregen product een zoo gering mogelijke slijtage van de beitel veroorzaakt. Door de samenstelling van de snijlaag is de slijtage zooveel mogelijk verminderd, maar dat neemt niet weg, dat eventueel voorkomende verontreinigingen toch de beitelrand kunnen beschadigen, indien deze daarmee in aanraking komt. Het is dus zaak het aantal verontreinigingen zoo gering mogelijk te doen zijn en het is noodzakelijk ieder onderdeel van de fabricagegang vanuit dit oogpunt zoo zindelijk en stofvrij mogelijk te doen verloopen. De bestrijding van de eventueel voorkomende verontreinigingen, die slijtage veroorzaken, gebeurt natuurlijk zoowel in die phase, waar de te gieten massa's worden bereid, als in het gietproces zelve.

Er wordt vele malen met zeer strenge filtercombinaties gefiltreerd. Daarna moet het aldus in hooge mate gezuiverde materiaal over een groot oppervlak van celluloid worden uitgespreid. Dit geschiedt door de celluloiddrager over een wals in aanraking te brengen met de oplossingen, zoodanig dat een zekere hoeveelheid meegenomen wordt en afhankelijk van temperatuur en snelheid van beweging tengevolge van de viscositeit van de oplossingen een meer of minder groote hoeveelheid van de gelatinemassa d.w.z. deklaagsol op de drager achterblijft en daar tot stolling wordt gebracht. Na drogen ligt dan een minstens 50 μ dikke, van een zwarte deklaag voorziene gelatinelaag op het celluloid.

Teneinde te vermijden, dat weer stof uit de omringende atmospheer zou kunnen worden opgenomen, dient dit uitspreiden en drogen in een stofvrije atmosfeer te geschieden. Ook bij de daaropvolgende bewerkingen, zooals het splitsen op gewenschte breedte van bijv. 7 of 17,5 mm en het perforeeren moet de stofbestrijding met groote zorgvuldigheid worden gehandhaafd. Na de bewerking wordt het fabrikaat onderworpen aan een uiterst strenge keuring, wat slijtage van de beitel betreft.

Constantheid van de dikte

Een tweede mogelijke bron van fouten bij het opnemen en weergeven kunnen dikteverschillen in de „Philimil"-band zijn, daar de schrijver met beitel vaststaat en de band strak ligt op een opnamerol. Een geleidelijke totale afname van de dikte met bijv. 25 μ zou de rustspoorbreedte van bijv. 1 mm geleidelijk tot nul reduceeren. De diktevariaties over 300 meter lengte moeten dus binnen nauwe grenzen

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

van slechts enkele μ blijven. De fabricage wordt dusdanig geleid, dat de uiteindelijk verkregen banden geen geleidelijke diktevariatie grooter dan $\pm 6\,\mu$ in totaal vertoonen, op korte afstanden niet grooter dan $\pm 4\frac{1}{2}\,\mu$, en dat de dikte van de snijlaag met deklaag niet beneden een minimumwaarde komt.

De gelijkmatigheid van de deklaagdikte, dus van de zwarting is sterk afhankelijk van de gemakkelijkheid, waarmee het deklaagsol zich uitspreidt over de reeds aangebrachte snijlaag. Door verschillende toevoegingen, die o.a. de oppervlaktespanning van het sol verlagen, kan deze spreiding worden begunstigd. Door een goede aanpassing van de beide lagen aan elkaar is het mogelijk de deklaag met groote gelijkmatigheid op de snijlaag aan te brengen.

Uit deze voorbeelden zal het duidelijk zijn, dat we hier te maken hebben met een product, waaraan hooge eischen worden gesteld; door systematisch onderzoek is het mogelijk gebleken aan deze eischen te voldoen.

EEN GENERATOR VOOR STOOTSPANNINGEN VAN 2 MILLIOEN VOLT

door A. KUNTKE.

Samenvatting. Beschrijving van de werking en de constructie van een symmetrische generator voor stootspanningen van twee millioen volt met een maximale spanning van een millioen volt tegen aarde. Door een doelmatige constructie is het gelukt, de afmetingen klein te houden.

Enkele maanden geleden werd in het Röntgenlaboratorium der N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken een generator voor stootspanningen met tweemaal 1000 kV tegen aarde en 2000 kV tusschen de polen geconstrueerd, waarvan de inrichting en werking hier zullen worden beschreven.

Generatoren voor stootspanningen worden, zooals bekend is, in de electrotechniek toegepast bij het beproeven van isolatoren en doorvoeringen, daar men met stootspanningen de overspanningsverschijnselen, welke in hoogspanningsnetten als gevolg van atmosferische storingen en van inschakelverschijnselen kunnen optreden, kan nabootsen.

Spanningsstooten van korte duur worden meestal verkregen door een condensator tot een hooge potentiaal te laden en daarna door een schakelelement, waarvoor in de regel een vonkbaan dienst doet, aan de uiteinden van een hooge weerstand te brengen. Het potentiaalverschil aan de uiteinden van de weerstand stijgt hierbij plotseling van nul tot de waarde van de spanning op de condensator en daalt geleidelijk, omdat immers de condensator zich via de weerstand ontlaadt.

Dit eenvoudige geval is in *fig. 1* weergegeven. Wordt de condensator C door een, niet in de figuur geteekende, bron van constante gelijkspanning langzaam over de weerstanden R_L geladen, dan slaat de vonk bij V over, zoodra de doorslagspanning van de vonkbaan is bereikt.

Ware nu alleen de weerstand R_E in serie met de vonkbaan, dan zou de spanning aan het proefobject P in onmerkbaar korte tijd de waarde U_C bereiken en verder verloopen volgens de formule

$$U_R = U_C \cdot e^{-t/CR_E} \quad ,$$

waarin U_C de condensatorspanning op het oogenblik van doorslag voorstelt en U_R het potentiaalverschil aan de uiteinden van R_E. Door de grootte van de weerstand R_E te varieeren kan men dus bij een gegeven waarde van de capaciteit C de snelheid regelen, waarmede de spanning daalt.

Nu is het voorwerp P, dat op stootspanning beproefd moet worden, parallel aan R_E geschakeld.

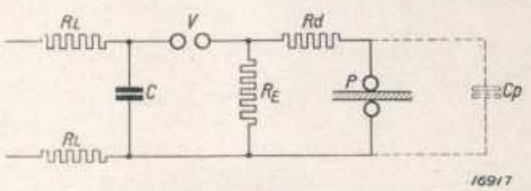


Fig. 1. Schematische voorstelling van een schakeling voor het opwekken van stootspanningen. Het proefobject P is over een dempingsweerstand R_D en een vonkbrug V met de condensator C verbonden. C wordt via de weerstanden R_L geladen. Slaat de vonkbaan door, dan ontlaadt zich C over R_E, waardoor P aan een spanningsstoot wordt blootgesteld.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

In het algemeen bezit P een eigen capaciteit C_P. Om te verhinderen, dat in de kring waartoe C en C_P behooren, behalve het normale stootspanningsverschijnsel ook nog electrische trillingen optreden, is een dempingsweerstand R_D aangebracht, die deze trillingen onderdrukt.

De aanwezigheid van R_D oefent weer invloed uit op de vorm van de spanningsstoot aan de uiteinden van P, daar de eigencapaciteit C_P van het proefobject bij het begin van de stootspanning over R_D moet worden geladen.

De spanningsstoot op P is dus samengesteld uit:

1) een stijgende tak (het „front"), die voornamelijk van de dempingsweerstand R_D en de eigencapaciteit C_P afhangt,
2) een dalende tak (de „staart"), waarvan het verloop door de capaciteit C en de ontladingsweerstand R_E bepaald wordt.

Het totale verloop van een spanningsstoot als functie van de tijd is in *fig. 2* grafisch voorgesteld.

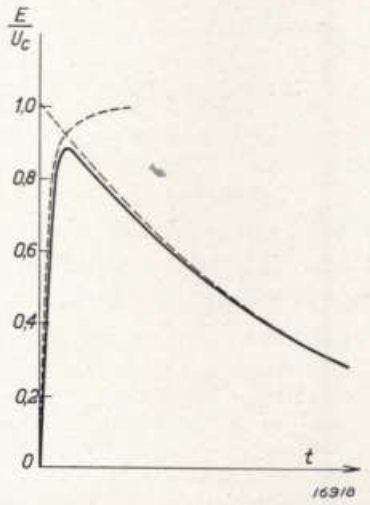


Fig. 2. Verloop van een spanningsstoot als functie van de tijd. Het front wordt door de eigencapaciteit C_P en de weerstand R_D bepaald, terwijl C en R_E maatgevend zijn voor de dalende tak van de spanningskromme. U_C is de hoogste spanning, waartoe C kan worden geladen. De hoogste spanning op het proefobject is iets kleiner dan U_C.

Bij de beproeving van isolatoren heeft men in sommige landen, teneinde vergelijkbare resultaten te verkrijgen, voor de steilheden van front en staart normen aanvaard. Men geeft namelijk de tijd aan, waarin de spanning aan het proefobject op de halve maximale spanning is gestegen, terwijl de steilheid van de staart wordt gekarakteriseerd door de tijd, waarin de spanning tot de halve waarde gevallen is. Zeer gebruikelijk is de stootspanning 0,5/50, waarmee bedoeld wordt, dat de halve waardetijd van het front $0{,}50.10^{-6}$ sec, van de staart 50.10^{-6} sec bedraagt.

Voor het opwekken van zeer hooge stootspanningen (200 kV en hooger) gebruikt men in het algemeen de door Marx aangegeven methode van spanningsvermenigvuldiging. De hier gebouwde generator voor stootspanningen is ook volgens dit principe ingericht. De beschijving geschiedt aan de hand van het schakelschema (*fig. 3*) van deze generator. Het vermenigvuldigingsprincipe van Marx bestaat hierin, dat een reeks condensatoren in parallelschakeling geladen en daarna door middel van vonkbanen in serie geschakeld worden. In fig. 3 zijn C de condensatoren, die over de weerstanden r parallel zijn geschakeld en door een generator voor gelijkspanning van 180 kV over de ladingsweerstanden R_L worden geladen. Om te bereiken, dat alle condensatoren in dezelfde tijd ongeveer dezelfde spanning bereiken, zijn de weerstanden r klein gekozen ten opzichte van de ladingsweerstanden R_L. Van de in het schakelschema aangeduide vonkbanen heeft men aan één — de zoogenaamde ontsteekvonkbaan V — een iets kleinere afstand gegeven dan aan de andere. Deze vonkbaan slaat dus het eerste door. De spanning op de volgende vonkbaan wordt hierdoor vergroot; deze slaat door en zoo wordt achter elkaar de doorslag der overige vonkbanen ingeleid. Dit gebeurt buitengewoon snel, zoodat alle condensatoren door de vonkbanen in serie geschakeld worden en zich over de ontladingsweerstanden R_E ontladen. De ontladingskring is in fig. 3 met dikke lijnen aangegeven.

Overeenkomstig het schakelschema is de generator uit twee helften samengesteld, die ieder zeven condensatoren met bijbehoorende vonkbanen en weerstanden bevatten. De condensatoren worden tot 150 kV geladen, zoodat zij, in serie geschakeld, een totale spanning van ruim 2000 kV leveren. De hoogste spanning tegen aarde is voor beide ontladingsweerstanden circa 1000 kV.

In *fig. 4* ziet men de beide helften van de generator. Op de achtergrond is de gelijkspanningsbron van 180 kV te zien. De gelijkspanning wordt door hoogspanningsventielbuizen geleverd; beneden tusschen de beide zuilen bevindt zich de ontsteekvonkbaan en vóór elke zuil staat een ontladingsweerstandselement, bestaande uit een metaaldraadweerstand in olie, welke zich in een glazen buis bevindt. Verder ziet men de overige vonkbanen met bollen van 10 cm diameter.

De geringe hoogte der constructie is te danken aan de doelmatige vorm der condensatoren. Doordat de buitenwand uit zeer stevig isolatiemateriaal bestaat, kunnen de condensatoren, die als bouwsteenen worden gebruikt, groote mechanische

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

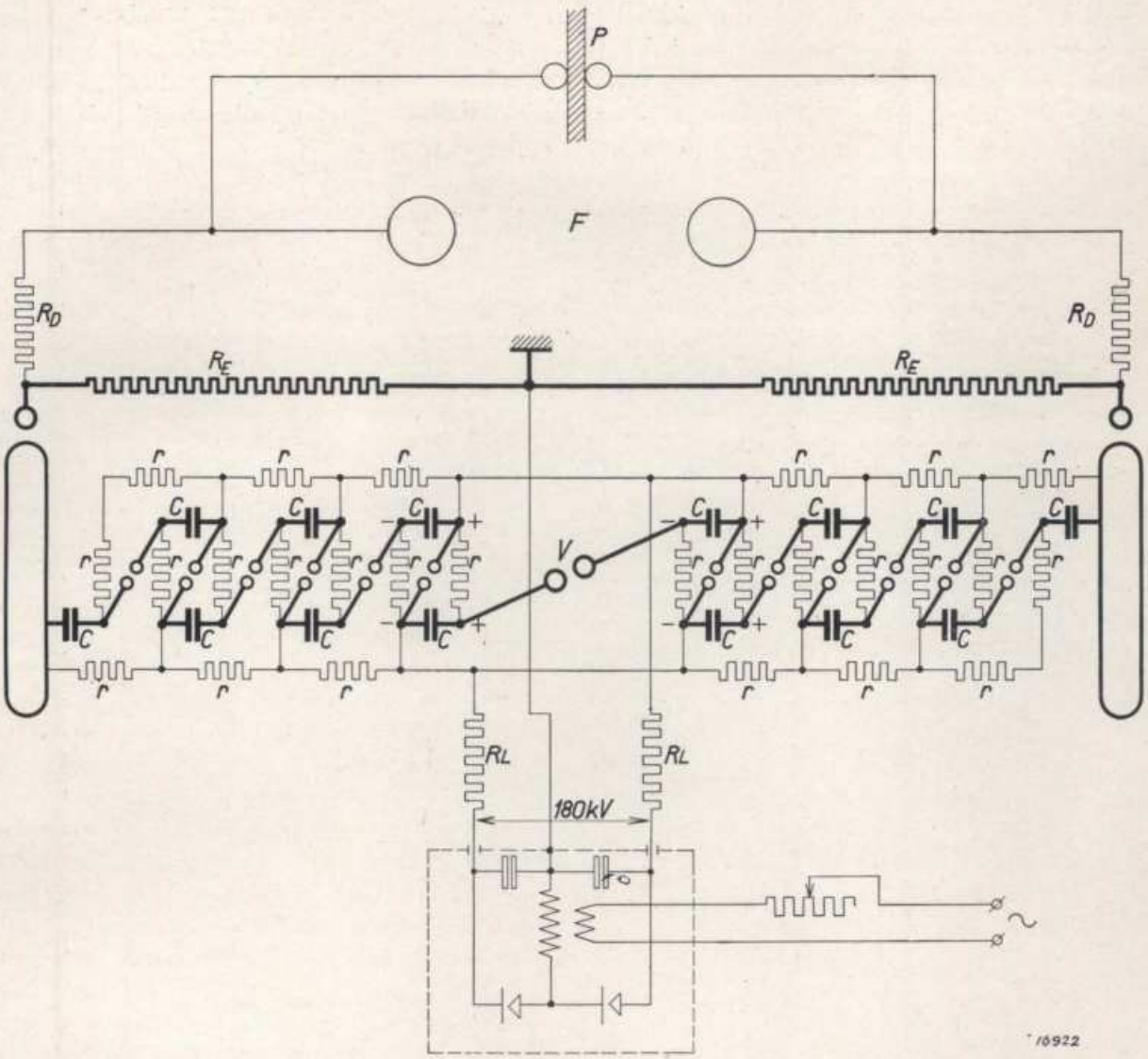


Fig. 3. Schakelschema van een generator voor stootspanningen van 2000 kV. Alle condensatoren C worden door de gelijkspanningsbron van 180 kV over de weerstanden R_L en r geladen. Bij vonkoverslag in de vonkbaan V wordt de spanning aan de andere vonkbanen verhoogd, zoodat deze tegelijk doorslaan. Op dit oogenblik is de dik geteekende stroomkring gesloten, zoodat alle condensatoren C zich over R_E ontladen. Door de symmetrische bouw en aarding in het midden is de totale spanning tegen aarde de helft der maximale spanning. De bij P optredende spanning wordt gemeten met de vonkbaan F tusschen twee bollen.

krachten verdragen. De bouwwijze is dezelfde, die ook bij eenige onzer röntgenapparaten wordt toegepast [1]). Nieuw voor stootspanningsgeneratoren zijn de bovenste groote metalen electroden. Het is gebleken, dat deze een vonkoverslag tusschen hooger gelegen constructiedeelen tijdens de stoot verhinderen. Wanneer de electrode ontbreekt, treden vóór-ontladingen van de deelen, die op hooge potentiaal zijn, naar aarde op, waardoor soms de bovenste condensatoren ontijdig ontladen worden. De afschermingselectrode verzwakt de velden dusdanig, dat deze ontladingen niet plaats vinden.

Hieronder volgen nog eenige technische gegevens der installatie: de 2 × 7 condensatoren hebben elk een capaciteit van 0,01 μF. Bij 150 kV per condensator krijgt men een stootspanning van 2000 kV. Hieruit berekent men een energie per stoot van 1,5 kW sec. De ontladingsweerstand (metaaldraadweerstand in olie) heeft een waarde van 2 × 70 000 ohm. Daaruit volgt een halfwaardetijd van 70.10^{-6} sec voor de spanningsstaart. Eenvoudig-

[1]) Vgl. Philips techn. T. 1, 6 en 178, 1936 (artikelen „Hoogspanningsinstallatie" en „Sterkstroomcondensatoren").

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

heidshalve is van een gemeenschappelijke instelling der vonkbanen afgezien, deze moeten dus ieder op zichzelf worden afgesteld. Echter kan een gemeenschappelijke bediening der vonkbanen desgewenscht worden aangebracht, zonder dat de constructie hierdoor veel ingewikkelder wordt.

De totale hoogte der zuilen is 3,0 m bij een grondvlak van 0,8 × 1,3 m per zuil. De afmetingen zijn dus, wanneer men in het oog houdt, wat het apparaat presteert, zeer gering.

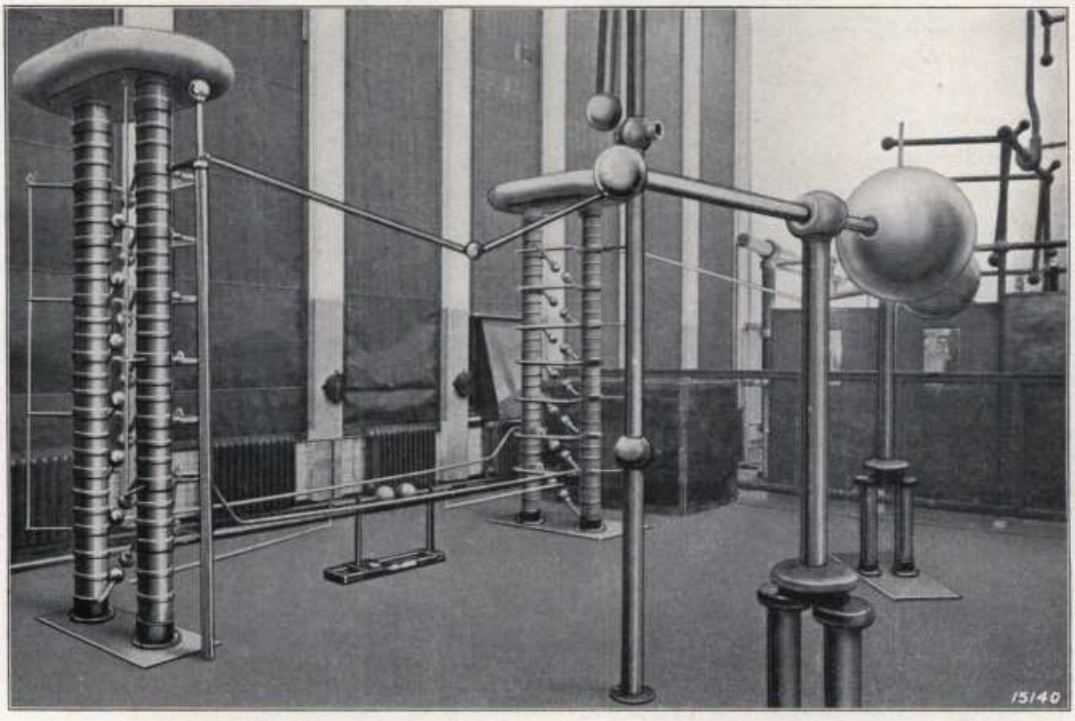


Fig. 4. Afbeelding van de generator voor stootspanningen van 2000 kV. Op de achtergrond de gelijkspanningsbron van 180 kV. Tusschen de zuilen de ontsteekvonkbaan V. Vóór de zuilen staan de ontladingsweerstanden R_E. De condensatoren zijn ondergebracht in de twee zuilen. Zij zijn bestand tegen de optredende mechanische krachten. De afschermingselectroden verhinderen partiëele ontladingen. De vonkbaan tusschen twee bollen voor het meten der totale spanning is in de figuur niet zichtbaar.

Digitized by www.freeservicemanuals.info

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

ELECTRISCHE FILTERS I

Vacantieleergang, gehouden te Delft, April 1936,

door BALTH. VAN DER POL en TH. J. WEIJERS.

Samenvatting. In een reeks van artikelen (oorspronkelijk vacantieleergang) worden de beginselen van de theorie en de practische constructie van electrische filters behandeld. De algemeene eigenschappen van netten, bestaande uit willekeurige impedanties, vormen het uitgangspunt; vervolgens worden verschillende aequivalente schakelingen voor willekeurige filters besproken. De eigenschappen van de eenvoudigste, meest gebruikelijke typen filtercellen worden afgeleid, waarna deze worden toegepast op hoog doorlatende (high pass), laag doorlatende (low pass) en band (band pass) filters. Hoe men van deze filtercellen een samengesteld filter bouwt, dat aan bepaalde eischen voldoet, is aangegeven. Tenslotte zijn inschakelverschijnselen bij laag en hoog doorlatende filters besproken. In dit eerste artikel wordt een inleiding gegeven over de algemeene eigenschappen van lineaire netten en filters.

Inleiding

Electrische filters zijn netten met eenige uitwendige klemmen, waarvan de takken gevormd worden door impedanties, die, hetzij alle, hetzij voor een deel, afhankelijk zijn van de frequentie. De meest voorkomende vorm van een filter bezit twee primaire en twee secundaire klemmen. Een net met vier uitwendige klemmen noemt men een vierpool of quadrupool; zijn de klemmen te onderscheiden in twee primaire en twee secundaire, dan noemt men het een di-dipool. Wegens de frequentie-afhankelijkheid van de impedanties der takken zal de verhouding van de secundaire tot de primaire stroom ook van de frequentie afhankelijk zijn. Het doel van filters is in het algemeen het zoo goed mogelijk onverzwakt doorlaten van frequenties binnen één of meer bepaalde frequentiegebieden, terwijl de frequenties in andere gebieden verzwakt worden. De eerste frequentiegebieden noemt men de doorlaatgebieden, de laatste de dempingsgebieden.

De praktisch meest toegepaste filters zijn:

a) laag doorlatende (low pass) filters, die de frequenties beneden een bepaalde grensfrequentie zoo goed mogelijk onverzwakt doorlaten en de frequenties boven deze grensfrequentie verzwakken.

b) hoog doorlatende (high pass) filters, die de frequenties boven een bepaalde grensfrequentie zoo goed mogelijk onverzwakt doorlaten en de frequenties beneden deze grensfrequentie verzwakken.

c) band (band pass) filters, die de frequenties tusschen twee bepaalde grensfrequenties zoo goed mogelijk onverzwakt doorlaten en de frequenties buiten dit gebied verzwakken.

Tusschen een doorlaat- en een dempingsgebied is steeds een overgangsgebied aanwezig. Het is zelfs principiëel onmogelijk, om een filter te verkrijgen met een scherpe discontinue grens tusschen een doorlaat- en een dempingsgebied, indien de golven van alle frequenties het filter in dezelfde tijd doorloopen, zoodat zij daarbij een phaseverschuiving ondergaan, die evenredig is met de frequentie. Men kan nl. mathematisch aantoonen, dat zoo'n filter een signaal zou laten aankomen, nog voor het vertrokken is, hetgeen natuurlijk onmogelijk is.

Electrische filters vinden hun voornaamste toepassing bij de telegrafie en de telefonie, zoowel bij kabels als bij radio en televisie.

Fundamenteele beschouwingen, waarop de theorie en de constructie van filters gebaseerd zijn, vindt men bij Lagrange (1736—1813), Heaviside (1893), Campbell en Wagner (beiden 1915) en in latere jaren bij Zobel, Carson, le Corbeiller, Brillouin, David, Cauer, Bode, Küpfmüller, e.a.

De theorie van filters valt uiteen in twee deelen:
filters met sinusoïdale EMK;
filters onder de invloed van een impuls of een plotseling opgebrachte, verder constante spanning (inschakelverschijnselen).

Filters met sinusoïdale EMK.

De theorie hiervan kan op verschillende wijzen worden aangepakt. De meest recente ontwikkeling is met behulp van de matrices- en groepentheorie, waarbij complexe functies een belangrijke rol spelen. Wanneer men zich evenwel bepaalt tot het practische ontwerpen van filters, kan men tot op zekere hoogte met elementaire analyse volstaan. Hierbij spelen de hyperbolische sinus- en hyperbolische cosinusfunctie een belangrijke rol. Deze functies zijn als volgt gedefiniëerd:

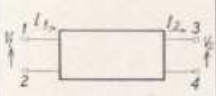
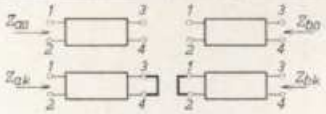
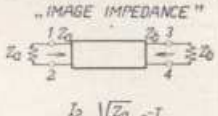
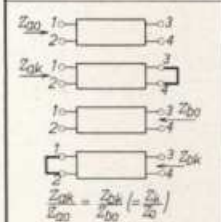
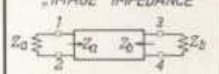
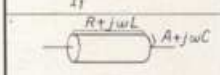
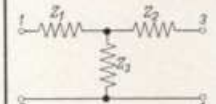
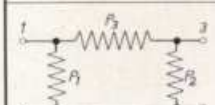
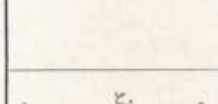
$$\sinh T = \frac{\sin jT}{j} = \tfrac{1}{2}(e^{T} - e^{-T});$$

$$\cosh T = \cos jT = \tfrac{1}{2}(e^{T} + e^{-T}).$$

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Digitized by www.freeservicemanuals.info

	$V_1 = \alpha V_2 + \beta I_2$ $I_1 = \gamma V_2 + \delta I_2$ $\alpha\delta - \beta\gamma = 1$	 $\frac{Z_{ak}}{Z_{ao}} = \frac{Z_{bk}}{Z_{bo}} \left(= \frac{Z_k}{Z_o}\right)$	„IMAGE IMPEDANCE"  $\frac{I_2}{I_1} = \sqrt{\frac{Z_a}{Z_b}}\, e^{-T}$
$V_1 = \alpha V_2 + \beta I_2$ $I_1 = \gamma V_2 + \delta I_2$ $\alpha\delta - \beta\gamma = 1$		$\alpha = \sqrt{\frac{Z_{ao}}{Z_{bo}}}\ \frac{1}{\sqrt{1-\frac{Z_k}{Z_o}}}$ $\beta = \frac{\sqrt{Z_{ak}\, Z_{bk}}}{\sqrt{1-\frac{Z_k}{Z_o}}}$ $\gamma = \frac{1}{\sqrt{Z_{ao}\, Z_{bo}}}\ \frac{1}{\sqrt{1-\frac{Z_k}{Z_o}}}$ $\delta = \sqrt{\frac{Z_{bo}}{Z_{ao}}}\ \frac{1}{\sqrt{1-\frac{Z_k}{Z_o}}}$	$\alpha = \sqrt{\frac{Z_a}{Z_b}}\ \cosh T$ $\beta = \sqrt{Z_a Z_b}\ \sinh T$ $\gamma = \frac{1}{\sqrt{Z_a Z_b}}\ \sinh T$ $\delta = \sqrt{\frac{Z_b}{Z_a}}\ \cosh T$
 $\frac{Z_{ak}}{Z_{ao}} = \frac{Z_{bk}}{Z_{bo}} \left(= \frac{Z_k}{Z_o}\right)$	$Z_{ao} = \frac{\alpha}{\gamma}$ $Z_{ak} = \frac{\beta}{\delta}$ $Z_{bo} = \frac{\delta}{\gamma}$ $Z_{bk} = \frac{\beta}{\alpha}$		$Z_{ao} = Z_a \coth T$ $Z_{ak} = Z_a \tanh T$ $Z_{bo} = Z_b \coth T$ $Z_{bk} = Z_b \tanh T$
„IMAGE IMPEDANCE"  $\frac{I_2}{I_1} = \sqrt{\frac{Z_a}{Z_b}}\, e^{-T}$	$Z_a = \sqrt{\frac{\alpha\beta}{\gamma\delta}}$ $Z_b = \sqrt{\frac{\beta\delta}{\alpha\gamma}}$ $\cosh T = \sqrt{\alpha\delta}$	$Z_a = \sqrt{Z_{ao}\, Z_{ak}}$ $Z_b = \sqrt{Z_{bo}\, Z_{bk}}$ $\tanh T = \sqrt{\frac{Z_k}{Z_o}}$	
„ITERATIVE IMPEDANCE" $\frac{I_2}{I_1} = e^{-\Gamma}$	$K_a = \frac{\sqrt{(\alpha+\delta)^2-4}+\alpha-\delta}{2\gamma}$ $K_b = \frac{\sqrt{(\alpha+\delta)^2-4}+\delta-\alpha}{2\gamma}$ $\cosh\Gamma = \frac{\alpha+\delta}{2}$	$K_a = \frac{1}{2}(Z_{ao}-Z_{bo}) + \frac{1}{2}\sqrt{(Z_{ao}-Z_{bo})^2 + 4\, Z_{ao}\, Z_{bk}}$ $K_b = \frac{1}{2}(Z_{bo}-Z_{ao}) + \frac{1}{2}\sqrt{(Z_{ao}-Z_{bo})^2 + 4\, Z_{ao}\, Z_{bk}}$ $\cosh\Gamma = \frac{Z_{ao}+Z_{bo}}{2\sqrt{Z_{ao}(Z_{bo}-Z_{bk})}}$	$K_a = \frac{1}{2}(Z_a-Z_b)\coth T + \frac{1}{2}\sqrt{(Z_a-Z_b)^2 \coth^2 T +$ $K_b = \frac{1}{2}(Z_b-Z_a)\coth T + \frac{1}{2}\sqrt{(Z_a-Z_b)^2 \coth^2 T +$ $\cosh\Gamma = \frac{1}{2}\left(\sqrt{\frac{Z_a}{Z_b}} + \sqrt{\frac{Z_b}{Z_a}}\right)\cosh T$
 $Z = \sqrt{\frac{R+j\omega L}{A+j\omega C}}$ $\Gamma = \sqrt{(R+j\omega L)(A+j\omega C)}$	$R+j\omega L = \sqrt{\frac{\beta}{\gamma}}\ \text{arc cosh}\,\alpha$ $A+j\omega C = \sqrt{\frac{\gamma}{\beta}}\ \text{arc cosh}\,\alpha$	$R+j\omega L = \sqrt{Z_o Z_k}\ \text{arc tanh}\sqrt{\frac{Z_k}{Z_o}}$ $A+j\omega C = \frac{1}{\sqrt{Z_o Z_k}}\ \text{arc tanh}\sqrt{\frac{Z_k}{Z_o}}$	$R+j\omega L = Z\,T$ $A+j\omega C = \frac{T}{Z}$
	$Z_1 = \frac{\alpha-1}{\gamma}$ $Z_2 = \frac{\delta-1}{\gamma}$ $Z_3 = \frac{1}{\gamma}$	$Z_1 = Z_{ao} - \sqrt{Z_{ao} Z_{bo}}\sqrt{1-\frac{Z_k}{Z_o}}$ $Z_2 = Z_{bo} - \sqrt{Z_{ao} Z_{bo}}\sqrt{1-\frac{Z_k}{Z_o}}$ $Z_3 = \sqrt{Z_{ao} Z_{bo}}\ \sqrt{1-\frac{Z_k}{Z_o}}$	$Z_1 = \frac{Z_a \cosh T - \sqrt{Z_a Z_b}}{\sinh T}$ $Z_2 = \frac{Z_b \cosh T - \sqrt{Z_a Z_b}}{\sinh T}$ $Z_3 = \frac{\sqrt{Z_a Z_b}}{\sinh T}$
	$P_1 = \frac{\beta}{\delta-1}$ $P_2 = \frac{\beta}{\alpha-1}$ $P_3 = \beta$	$P_1 = \frac{Z_{ak}}{1-\sqrt{\frac{Z_{ao}}{Z_{bo}}}\sqrt{1-\frac{Z_k}{Z_o}}}$ $P_2 = \frac{Z_{bk}}{1-\sqrt{\frac{Z_{bo}}{Z_{ao}}}\sqrt{1-\frac{Z_k}{Z_o}}}$ $P_3 = \frac{\sqrt{Z_{ak}\, Z_{bk}}}{\sqrt{1-\frac{Z_k}{Z_o}}}$	$P_1 = \frac{Z_a \sinh T}{\cosh T - \sqrt{\frac{Z_a}{Z_b}}}$ $P_2 = \frac{Z_b \sinh T}{\cosh T - \sqrt{\frac{Z_b}{Z_a}}}$ $P_3 = \sqrt{Z_a Z_b}\ \sinh T$
	$\zeta_{s1} = \frac{\beta}{\alpha+1}$ $\zeta_{s2} = \frac{\beta}{\alpha-1}$	$\zeta_{s1} = Z_o\left(1-\sqrt{1-\frac{Z_k}{Z_o}}\right)$ $\zeta_{s2} = \frac{Z_k}{1-\sqrt{1-\frac{Z_k}{Z_o}}}$	$\zeta_{s1} = Z \tanh\frac{T}{2}$ $\zeta_{s2} = Z \coth\frac{T}{2}$

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info
10/29/2023

Digitized by www.freeservicemanuals.info

"ITERATIVE IMPEDANCE"	$R+j\omega L$ / $A+j\omega C$	Z_1 Z_2 Z_3	P_3 P_1 P_2	ζ_1 ζ_2 ζ_2 ζ_1
K_a K_b $e^{-\Gamma}=$	$Z=\sqrt{\frac{R+j\omega L}{A+j\omega C}}$	$\Gamma'=\sqrt{(R+j\omega L)(A+j\omega C)}$		
$\frac{K_a+K_b e^{-\Gamma}}{K_a+K_b}$	$\alpha=\delta=\cosh\Gamma'$	$\alpha=1+\frac{Z_1}{Z_3}$	$\alpha=1+\frac{P_3}{P_2}$	$\alpha=\delta=\frac{\zeta_2+\zeta_1}{\zeta_2-\zeta_1}$
$\frac{2K_b}{K_a+K_b}\sinh\Gamma$	$\beta=Z\sinh\Gamma'$	$\beta=\frac{Z_1Z_2+Z_2Z_3+Z_3Z_1}{Z_3}$	$\beta=P_3$	$\beta=\frac{2\zeta_1\zeta_2}{\zeta_2-\zeta_1}$
$\frac{2}{K_a+K_b}\sinh\Gamma$	$\gamma=\frac{1}{Z}\sinh\Gamma'$	$\gamma=\frac{1}{Z_3}$	$\gamma=\frac{P_1+P_2+P_3}{P_1P_2}$	$\gamma=\frac{2}{\zeta_2-\zeta_1}$
$\frac{K_b e^{\Gamma}+K_a e^{-\Gamma}}{K_a+K_b}$		$\delta=1+\frac{Z_2}{Z_3}$	$\delta=1+\frac{P_3}{P_1}$	
$\frac{K_a e^{\Gamma}+K_b e^{-\Gamma}}{2\sinh\Gamma}$	$Z_{aa}=Z_{bb}=Z\coth\Gamma'$	$Z_{aa}=Z_1+Z_3$	$Z_{aa}=\frac{P_1(P_2+P_3)}{P_1+P_2+P_3}$	$Z_{aa}=Z_{bb}=\frac{1}{2}(\zeta_1+\zeta_2)$
$\frac{2K_aK_b\sinh\Gamma}{K_b e^{\Gamma}+K_a e^{-\Gamma}}$	$Z_{ab}=Z_{ba}=Z\tanh\Gamma'$	$Z_{ab}=\frac{Z_1Z_2+Z_2Z_3+Z_3Z_1}{Z_2+Z_3}$	$Z_{ab}=\frac{P_1P_2}{P_1+P_2}$	$Z_{ab}=Z_{ba}=\frac{2\zeta_1\zeta_2}{\zeta_1+\zeta_2}$
$\frac{K_b e^{\Gamma}+K_a e^{-\Gamma}}{2\sinh\Gamma}$		$Z_{bb}=Z_2+Z_3$	$Z_{bb}=\frac{P_2(P_1+P_3)}{P_1+P_2+P_3}$	
$\frac{2K_aK_b\sinh\Gamma}{K_a e^{\Gamma}+K_b e^{-\Gamma}}$		$Z_{ba}=\frac{Z_1Z_2+Z_2Z_3+Z_3Z_1}{Z_1+Z_3}$	$Z_{ba}=\frac{P_2P_3}{P_2+P_3}$	
$\sqrt{K_aK_b}\sqrt{\frac{K_a e^{\Gamma}+K_b e^{-\Gamma}}{K_b e^{\Gamma}+K_a e^{-\Gamma}}}$	$Z_a=Z_b=Z$	$Z_a=\sqrt{\frac{(Z_1+Z_3)(Z_1Z_2+Z_2Z_3+Z_3Z_1)}{Z_2+Z_3}}$	$Z_a=P_1\sqrt{\frac{P_3(P_2+P_3)}{(P_1+P_3)(P_1+P_2+P_3)}}$	$Z_a=Z_b=\sqrt{\zeta_1\zeta_2}$
$\sqrt{K_aK_b}\sqrt{\frac{K_b e^{\Gamma}+K_a e^{-\Gamma}}{K_a e^{\Gamma}+K_b e^{-\Gamma}}}$		$Z_b=\sqrt{\frac{(Z_2+Z_3)(Z_1Z_2+Z_2Z_3+Z_3Z_1)}{Z_1+Z_3}}$	$Z_b=P_2\sqrt{\frac{P_3(P_1+P_3)}{(P_2+P_3)(P_1+P_2+P_3)}}$	
$=\sqrt{\frac{4K_aK_b}{(K_a+K_b)^2}\cosh^2\Gamma+\frac{(K_a-K_b)^2}{(K_a+K_b)^2}}$	$T=\Gamma'$	$\cosh T=\frac{1}{Z_3}\sqrt{(Z_1+Z_3)(Z_2+Z_3)}$	$\cosh T=\sqrt{\frac{(P_1+P_3)(P_2+P_3)}{P_1P_2}}$	$\tanh\frac{T}{2}=\sqrt{\frac{\zeta_1}{\zeta_2}}$
	$K_a=K_b=Z$	$K_a=\frac{1}{2}(Z_1-Z_2)+\frac{1}{2}\sqrt{(Z_1+Z_2)^2+4Z_3(Z_1+Z_2)}$	$K_a=\frac{P_3(P_1-P_2)+\sqrt{P_3^2(P_1+P_2)^2+4P_1P_2P_3(P_1+P_2)}}{2(P_1+P_2+P_3)}$	$K_a=K_b=\sqrt{\zeta_1\zeta_2}$
		$K_b=\frac{1}{2}(Z_2-Z_1)+\frac{1}{2}\sqrt{(Z_1+Z_2)^2+4Z_3(Z_1+Z_2)}$	$K_b=\frac{P_3(P_2-P_1)+\sqrt{P_3^2(P_1+P_2)^2+4P_1P_2P_3(P_1+P_2)}}{2(P_1+P_2+P_3)}$	
	$\Gamma=\Gamma'$	$\cosh\Gamma=1+\frac{Z_1+Z_2}{2Z_3}$	$\cosh\Gamma=1+\frac{1}{2}P_3\left(\frac{1}{P_1}+\frac{1}{P_2}\right)$	$\tanh\frac{\Gamma}{2}=\sqrt{\frac{\zeta_1}{\zeta_2}}$
$L=K\Gamma$		$R+j\omega L=\sqrt{Z_1^2+2Z_1Z_3}\ \text{arc}\cosh\left(1+\frac{Z_1}{Z_3}\right)$	$R+j\omega L=P_1\sqrt{\frac{P_3}{2P_1+P_3}}\ \text{arc}\cosh\left(1+\frac{P_3}{P_1}\right)$	$R+j\omega L=2\sqrt{\zeta_1\zeta_2}\ \text{arc}\tanh\sqrt{\frac{\zeta_1}{\zeta_2}}$
$C=\frac{\Gamma}{K}$		$A+j\omega C=\frac{1}{\sqrt{Z_1^2+2Z_1Z_3}}\ \text{arc}\cosh\left(1+\frac{Z_1}{Z_3}\right)$	$A+j\omega C=\frac{1}{P_1}\sqrt{\frac{2P_1+P_3}{P_3}}\ \text{arc}\cosh\left(1+\frac{P_3}{P_1}\right)$	$A+j\omega C=\frac{2}{\sqrt{\zeta_1\zeta_2}}\ \text{arc}\tanh\sqrt{\frac{\zeta_1}{\zeta_2}}$
$\frac{K_a-K_b e^{-\Gamma}}{1+e^{-\Gamma}}$	$Z_1=Z_2=Z\tanh\frac{\Gamma'}{2}$		$Z_1=\frac{P_1P_3}{P_1+P_2+P_3}$	$Z_1=Z_2=\zeta_1$
$\frac{K_b-K_a e^{-\Gamma}}{1+e^{-\Gamma}}$			$Z_2=\frac{P_2P_3}{P_1+P_2+P_3}$	
$\frac{K_a+K_b}{2\sinh\Gamma}$	$Z_3=\frac{Z}{\sinh\Gamma'}$		$Z_3=\frac{P_1P_2}{P_1+P_2+P_3}$	$Z_3=\frac{1}{2}(\zeta_2-\zeta_1)$
$\frac{2K_b(1+e^{-\Gamma})}{1-K_a e^{-\Gamma}}$	$P_1=P_2=Z\coth\frac{\Gamma'}{2}$	$P_1=\frac{Z_1Z_2+Z_2Z_3+Z_3Z_1}{Z_2}$		$P_1=P_2=\zeta_2$
$\frac{2K_b(1+e^{-\Gamma})}{1-K_b e^{-\Gamma}}$		$P_2=\frac{Z_1Z_2+Z_2Z_3+Z_3Z_1}{Z_1}$		
$\frac{K_aK_b\sinh\Gamma}{K_a+K_b}$	$P_3=Z\sinh\Gamma'$	$P_3=\frac{Z_1Z_2+Z_2Z_3+Z_3Z_1}{Z_3}$		$P_3=\frac{2\zeta_1\zeta_2}{\zeta_2-\zeta_1}$
$\tanh\frac{\Gamma}{2}$	$\zeta_1=Z\tanh\frac{\Gamma'}{2}$	$\zeta_1=Z_1$	$\zeta_1=\frac{P_1P_3}{2P_1+P_3}$	
$\coth\frac{\Gamma}{2}$	$\zeta_2=Z\coth\frac{\Gamma'}{2}$	$\zeta_2=Z_1+2Z_3$	$\zeta_2=P_1$	

1594 B

Digitized in Heiloo the Netherlands
Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Analoog met $cos^2T + sin^2T = 1$ geldt hier:

$$cosh^2T - sinh^2T = 1.$$

Filters onder de invloed van een impuls (inschakel-verschijnselen).

Dit onderwerp vergt meer wiskunde. Met behulp van de „operatorenrekening" (Heaviside) kan men echter in vele gevallen de berekeningen tot betrekkelijk eenvoudige rekenwijzen terugbrengen.

Verdeeling der te behandelen stof

De te behandelen stof is op de volgende wijze verdeeld:

Algemeene eigenschappen van lineaire netten en filters (van der Pol);

Toepassing van de grondbeginselen voor de practische berekening van speciale filters met sinusvormige EMK (Weijers);

Inschakelverschijnselen bij hoog en laag doorlatende filters (van der Pol).

ALGEMEENE EIGENSCHAPPEN VAN LINEAIRE NETTEN EN FILTERS.

Wij zullen slechts die netten beschouwen, welke

lineair zijn, d.w.z. de elementen (weerstanden, zelfinducties, capaciteiten en wederkeerige inducties) zijn onafhankelijk van de stroom of de spanning;

passief zijn, d.w.z. geen energiebronnen bevatten;

slechts positieve elementen bevatten, met uitzondering van de wederkeerige inducties, die ook negatief kunnen zijn;

niet-variabel zijn, d.w.z. de elementen zijn niet afhankelijk van de tijd;

vrij zijn van giroscopische effecten, waardoor de hierna te noemen reciprociteit behouden blijft. Aan deze voorwaarde is onder de bovengenoemde condities altijd voldaan, wanneer de elementen van het filter niet met een mechanisch systeem gekoppeld zijn, of deze koppeling van zuiver electrischen aard is.

Deze netten hebben drie fundamenteele eigenschappen:

a) Superpositie

Wanneer in het systeem op een plaats A een EMK $E_1(t)$ werkt, moge in een andere tak op een plaats B een stroom $I_1(t)$ ontstaan. Wanneer later op dezelfde plaats A een EMK $E_2(t)$ werkt, moge op de plaats B een stroom $I_2(t)$ ontstaan. Het superpositie-beginsel zegt, dat, wanneer beide EMK's gelijktijdig op dezelfde plaats werken, dus wanneer op de plaats A een EMK $E_1(t) + E_2(t)$ werkt, op de plaats B de stroom $I_1(t) + I_2(t)$ zal ontstaan, of, in andere woorden: wanneer twee oorzaken gelijktijdig werken, zal het resultaat de som van de resultaten der beide oorzaken zijn.

b) Reciprociteit

Het beginsel der reciprociteit luidt als volgt: wanneer in de k^e tak een EMK $E_k(t)$ werkt, moge in de l^e tak een stroom $I_{kl}(t)$ ontstaan; werkt later de EMK $E_k(t)$ in de l^e tak, dan zal in de k^e tak dezelfde stroom $I_{kl}(t)$ ontstaan als voorheen in de l^e tak.

c) Behoud van frequenties

Het beginsel van behoud van frequenties luidt als volgt: wanneer ergens in het systeem slechts één sinusvormige EMK met de frequentie ν_0 werkt, zullen in het geheele systeem slechts spanningen en stroomen voorkomen met deze zelfde frequentie ν_0.

Reductie van netten

In de netten, die bovengenoemde eigenschappen bezitten, kan voor één gegeven frequentie steeds een knooppunt met n takken, die daar samenkomen, worden getransformeerd tot een volledige n-hoek, zonder dat aan de spanningen en de stroomen in de overige takken van het net iets verandert. Met „volledige" n-hoek wordt bedoeld, dat niet slechts de n zijden, doch ook alle diagonalen aanwezig zijn. In totaal bevat een volledige n-hoek dus $\frac{1}{2}\, n\, (n-1)$ takken.

Door deze transformatie éénmaal toe te passen, wordt het aantal knooppunten in het net met één verminderd. Door herhaalde toepassing van deze transformatie kan men uit een net alle knooppunten elimineeren, uitgezonderd die knooppunten, die uitwendige klemmen zijn. Wij beschouwen hier

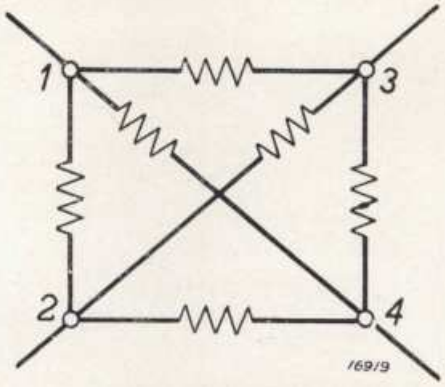


Fig. 1. Zes impedanties, die een volledige vierhoek vormen en waartoe iedere willekeurige quadrupool door reductie herleid kan worden.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

alleen netten met vier uitwendige klemmen. Men kan het net dus reduceeren tot een volledige vierhoek (*fig. 1*), bestaande uit $\frac{1}{2} \times 4 \times (4-1) = 6$ elementen. De meest algemeene vierpool wordt derhalve door zes impedanties bepaald.

De vierpolen, zooals wij die bij filters beschouwen, zijn echter van een bijzondere soort. Wij interesseeren ons slechts voor de spanningen tusschen de primaire polen *1* en *2* en die tusschen de secundaire polen *3* en *4*. De klemmen *1* en *2* zijn buiten het filter om niet met de klemmen *3* en *4* verbonden (*fig. 2*).

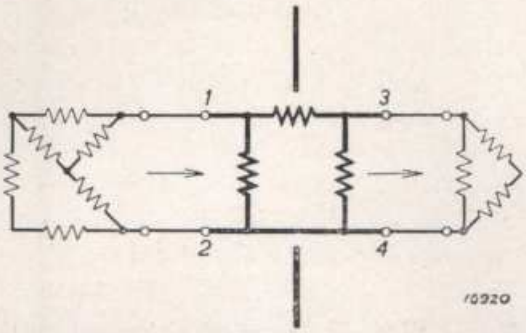


Fig. 2. Di-dipool, een bijzondere quadrupool, gedefiniëerd door slechts drie impedanties, waarbij de vier uitwendige klemmen *1*, *2*, *3* en *4* onderscheiden zijn in twee primaire *1* en *2* en twee secundaire *3* en *4*, en waarbij tusschen de primaire klemmen eenerzijds en de secundaire klemmen anderzijds buiten de di-dipool om geen verbinding bestaat.

Men kan aantoonen, dat door deze beperkingen, aan de algemeene vierpool opgelegd en waardoor deze een di-dipool is geworden, slechts d r i e impedanties noodig en voldoende zijn om de eigenschappen van het net te bepalen.

Verschillende combinaties van drie grootheden, die een filter kunnen definiëeren

De drie impedanties, noodig en voldoende om een filter te definiëeren, kunnen op verschillende wijzen in de vierpool aanwezig verondersteld worden, welke verschillende gevallen steeds in elkaar kunnen worden getransformeerd, zonder dat aan de uitwendige eigenschappen van het filter iets verandert. Is het filter symmetrisch, d.w.z. veranderen de uitwendige stroomen en spanningen niet, wanneer men de primaire klemmen tot secundaire en de secundaire tot primaire maakt, dan is het filter door slechts twee impedanties te definiëeren. In bijgaande tabel zijn de drie (in een symmetrisch filter twee) definiëerende impedanties op verschillende manieren voorgesteld, alsmede de omrekeningsformules voor de overgang van één stel variabelen naar een ander stel. Inplaats van drie definiëerende impedanties kunnen ook drie andere onderling onafhankelijke grootheden dienst doen, of ook vier grootheden, waartusschen één betrekking bestaat.

In de tabel is het filter achtereenvolgens gedefiniëerd door:

a) de analytische vorm

$$\begin{cases} V_1 = \alpha V_2 + \beta I_2 \ ; \\ I_1 = \gamma V_2 + \delta I_2 \ ; \end{cases}$$

waarbij tusschen de vier grootheden α, β, γ en δ nog een betrekking bestaat, nl.

$$\alpha \delta - \beta \gamma = 1;$$

b) de primaire ingangsimpedantie Z_{ao} bij secundaire nullast, de primaire ingangsimpedantie Z_{ak} bij secundaire kortsluiting, de secundaire ingangsimpedantie Z_{bo} bij primaire nullast en de secundaire ingangsimpedantie Z_{bk} bij primaire kortsluting, met de nevenconditie

$$Z_{ak}|Z_{ao} = Z_{bk}|Z_{bo} \ ;$$

c) de primaire „spiegelbeeld-impedantie" (image impedance) Z_a, de secundaire „spiegelbeeld-impedantie" Z_b en de voortplantingsconstante T, gedefiniëerd als volgt: sluit men de secundaire zijde met een uitwendige impedantie Z_b', dan zij de impedantie, tusschen de primaire klemmen gemeten, Z_a; sluit men de primaire zijde met een uitwendige impedantie Z_a', terwijl de secundaire klemmen open zijn, dan zij de impedantie, tusschen de secundaire klemmen gemeten, Z_b. Kiest men nu Z_a' en Z_b' zoo, dat $Z_a = Z_a'$ en $Z_b = Z_b'$, dan noemt men deze Z_a en Z_b de primaire en de secundaire spiegelbeeld-impedantie. De voortplantingsconstante T is dan gedefiniëerd door

$$\frac{I_2}{I_1} = \sqrt{\frac{Z_a}{Z_b}} \cdot e^{-T} \ ;$$

d) de primaire „herhalingsimpedantie" (iterative impedance) K_a, de secundaire „herhalingsimpedantie" K_b en de voortplantingsconstante Γ, gedefiniëerd als volgt: men sluit de secundaire zijde met een zoodanige impedantie K_a, dat, van de primaire zijde gezien, het filter eveneens een impedantie K_a heeft; men sluit de primaire zijde met een zoodanige impedantie K_b, dat, van de secundaire zijde gezien, het filter eveneens een impedantie K_b heeft; deze impedanties K_a en K_b noemt men de primaire en de secundaire „herhalingsimpedantie"; de voortplantingsconstante Γ is dan gedefiniëerd door

$$\frac{I_2}{I_1} = e^{-\Gamma} \ ;$$

(deze voortplantingsconstante Γ is alleen voor een symmetrisch filter gelijk aan de onder c) genoemde voortplantingsconstante T);

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

e) een kabel, gedefiniëerd door zijn serie-impedantie $R + j\omega L$ en zijn parallel-admittantie $A + j\omega C$;

f) een net in de vorm van een T met de drie impedanties Z_1, Z_2 en Z_3;

g) een net in de vorm van een Π met de drie impedanties P_1, P_2 en P_3;

h) een symmetrische kruisschakeling, met de twee impedanties ζ_1 en ζ_2, die ieder tweemaal voorkomen (deze schakeling komt neer op een gewone brugschakeling, *fig. 3*).

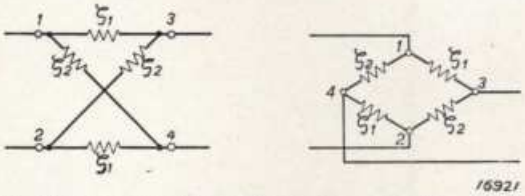


Fig. 3. Twee voorstellingswijzen van eenzelfde di-dipool: een symmetrische kruisschakeling en een brugschakeling.

Het is duidelijk, dat de definities volgens e) en h) alleen voor een symmetrisch filter toe te passen zijn; de overige definities zijn gebaseerd op een onsymmetrisch filter, doch ondergaan voor een symmetrisch filter vereenvoudigingen. Zoo is voor een symmetrisch filter $\alpha = \delta$; $Z_{ak} = Z_{bk}$; $Z_{ao} = Z_{bo}$; $Z_a = Z_b$; $K_a = K_b$; $Z_1 = Z_2$; $P_1 = P_2$.

Zooals gezegd, kan een willekeurige di-dipool opgevat worden, als te zijn samengesteld op een van de wijzen a) tot en met h), waarbij e) en h) alleen gelden voor symmetrische netten en men is vrij, dàt net te substitueeren, dat voor een bepaald geval het eenvoudigst is. Principiëel zijn ze alleen voor één bepaalde frequentie aequivalent, en de tabel dient ter omrekening van elke voorstellingswijze in elke andere voorstellingswijze. Voor iedere andere frequentie moet als regel de omrekening opnieuw geschieden, daar deze soms leidt tot impedanties, die op zoodanige wijze van de frequentie afhangen, dat het niet mogelijk is, deze physisch te realiseeren.

De gevonden algemeene eigenschappen past men toe bij de oplossing van het practische probleem: een laag of hoog doorlatend of een bandfilter te construeeren, dat aan bepaalde eischen voldoet, zooals in de volgende artikelen zal worden behandeld.

Rectificatie: In fig. 2 pag. 185 (artikel verkorte bewerkbaarheidsproef) was de horizontale schaalverdeeling niet logarithmisch. Hieronder volgt de juiste fig. 2:

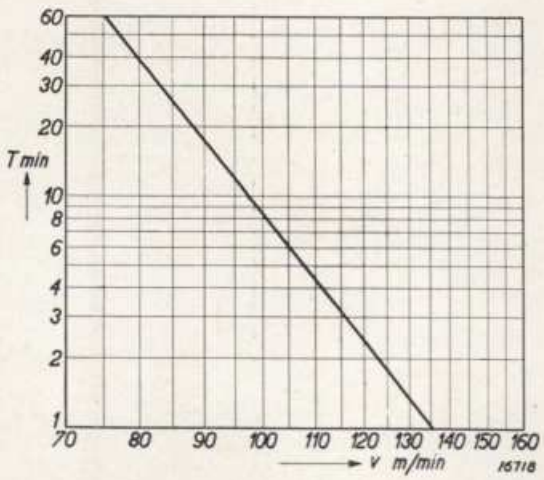


Fig. 2. Resultaat van de standtijdproeven met een bepaalde staalsoort. De standtijden T zijn voor eenige uiteenloopende snijsnelheden v bepaald, en in een dubbellogarithmisch diagram uitgezet. In overeenstemming met de formule (1) van Taylor is het resultaat een rechte lijn, waaruit de constanten C en n voor de betreffende staalsoort afgeleid kunnen worden.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

EEN GEMEENSCHAPPELIJK ANTENNESYSTEEM

door J. VAN SLOOTEN.

Samenvatting. Beschreven wordt de werkingswijze en het schakelschema van de Antenneversterker „Antennaphil". Hiermee is het mogelijk om, uitgaande van een enkele antenne, een groot aantal ontvangapparaten van antennevoeding te voorzien. De ontvangapparaten kunnen daarbij verspreid zijn over een groot gebouw, een aantal étagewoningen, enz. Bovendien is op deze wijze een meer storingsvrije ontvangst mogelijk.

Inleiding

In groote steden levert het plaatsen van een goede antenne meestal vele moeilijkheden op, vooral bij huizen, bestaande uit zg. étagewoningen. In de regel is het niet goed mogelijk op één dak een groot aantal antennes zoo te plaatsen, dat zij elk voor zich aan de te stellen eischen behoorlijk voldoen. Daarnaast komt nog de moeilijkheid, dat er plaatsen zijn, waar de radio-ontvangst vrijwel onmogelijk wordt gemaakt door storingen, veroorzaakt door electrische motoren of andere apparaten. Om tot een oplossing te komen voor deze soort moeilijkheden, werd enkele jaren geleden in dit laboratorium een systeem voor antennedistributie ontwikkeld, dat onder de naam „Antennaphil" in de handel wordt gebracht. In het kort kan de werkingswijze ervan als volgt worden beschreven. Men brengt een behoorlijk groote en goede antenne aan op een plaats, waar weinig storingen zijn, bijv. op 6 m hoogte boven een dak. De antenne wordt via een tegen storingen afgeschermde invoerleiding verbonden met een zg. antenneversterker, die overigens zoo dicht mogelijk bij de antenne moet worden opgesteld. Vanaf deze versterker worden de signalen verder gedistribueerd via een afgeschermde distributieleiding (loodkabel) naar een aantal ontvangapparaten. Per antenne en versterker kunnen als regel tot 50 ontvangers worden aangesloten. Maar ook wanneer slechts enkele ontvangers behoeven te worden aangesloten, wordt het systeem met succes toegepast in die gevallen, waar men enkele honderden tot duizend meters ver weg moet gaan om voldoend storingsvrije ontvangst te verkrijgen. Om storingsvrije ontvangst te verkrijgen, werkt dit laboratorium reeds enkele jaren op deze wijze met goed resultaat. De antenne en de antenneversterker bevinden zich op circa 200 m afstand van het laboratorium in een bouwland, terwijl de voedingskabel van de versterker en ook de hoogfrequentiedistributiekabel ondergronds zijn aangelegd.

De versterker bestaat in hoofdzaak uit

a) een electrisch filtersysteem,

b) een aantal versterkerlampen (hoogfrequentiepenthodes) en

c) twee uitgangstransformatoren, die deze lampen aan de distributiekabel passen.

Naast de eigenschappen van de versterker zijn ook die van de hoogfrequentie-distributiekabel van belang. Aangezien deze laatste eigenschappen van invloed zijn op de werking en de constructie van de versterker, moge een uiteenzetting over de eigenschappen van de kabel aan die over de versterker voorafgaan.

De hoogfrequentie-distributiekabel

Voor het hier beschreven doel leent zich de coaxiale of concentrische hoogfrequentiekabel het beste. Een schematische doorsnede van een dergelijke kabel is aangegeven in *fig. 1*. De diameter

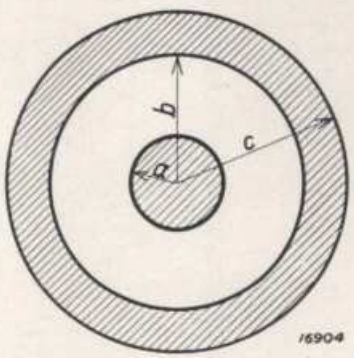


Fig. 1. Doorsnede van een hoogfrequentiekabel. a = straal van de kern, b = inwendige, c = uitwendige straal van de mantel. Voor een bepaalde waarde van b/a is de demping van de kabel minimaal. Bij een kern van koper en een mantel van lood moet hiertoe $b/a = 5{,}2$ zijn.

van de kern is aangeduid door $2a$, de binnendiameter van de mantel door $2b$, de buiten-diameter door $2c$. De tusschenruimte is meestal opgevuld met een diëlectrisch materiaal (papier, rubber), maar kan ook gedeeltelijk uit lucht bestaan. Dit isoleerend medium kan worden gekarakteriseerd door twee materiaalconstanten, nl. de diëlectrische constante ε en de verlieshoek δ. De tangens van de verlieshoek van een materiaal is gegeven door de verhouding van de stroom door het diëlectricum tot de capacitieve stroom (per lengte-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

eenheid); deze $tg\,\delta$ is bij luchtisolatie practisch nul. Bij kabels met papier- of rubberisolatie van goede kwaliteit ligt δ tusschen 0,01 en 0,025. In het gebied der omroepgolflengten hangt δ weinig van de frequentie af. Naast de lineaire afmetingen van de kabeldoorsnede is deze verlieshoek de bepalende factor voor de demping, die de trillingen bij de voortplanting langs een kabel ondervinden.

De belangrijkste grootheid, die verder het gedrag van de kabel bepaalt is de zg. golfweerstand. Een homogene kabel heeft nl. de merkwaardige eigenschap, dat haar impedantie, gemeten aan de ingangsklemmen, tot een bepaalde weerstand (de golfweerstand) nadert, wanneer we de kabel oneindig lang laten worden. Bovendien is deze weerstand voor voldoend hooge frequenties met groote benadering onafhankelijk van de frequentie.

Uit dit gedrag van een oneindig lange kabel volgt, dat ook de ingangsimpedantie van een eindige kabel gelijk wordt aan de golfweerstand, wanneer we haar aan het einde afsluiten met een weerstand, die gelijk is aan de golfweerstand, daar dit dezelfde werking heeft als het verlengen met een oneindig stuk gelijksoortige kabel. Onder deze omstandigheden treedt aan het afgesloten einde dus geen reflectie op en krijgen we een zuivere loopende golf. Dit is steeds noodig, daar de gereflecteerde terugloopende golf met de heenloopende golf zou interfereeren en zoodoende knoopen en buiken in de spanning zouden ontstaan, wat zeer ongewenscht is. Een in een spanningsknoop op de kabel aangesloten ontvanger zou immers geen of onvoldoende signaalspanning krijgen. In verband met het gezegde zal het tevens duidelijk zijn, dat de kabel als één doorloopende leiding moet worden uitgevoerd, zonder zijtakken.

In de eerste plaats zijn nu van belang de eigenschappen van de kabelsoort. In de practijk is men gekomen tot een kabel met een tamelijk lage golfweerstand bijv. 60 ohm. De kabel wordt nl. belast door de ingangsimpedanties der aangesloten ontvangapparaten. Bij een kabel met hooge golfweerstand zou de spanningsverdeeling langs de kabel daardoor te veel worden verstoord.

Maar nog een andere overweging voert ook tot een lage golfweerstand. We kunnen ons nl. afvragen, hoe we bij een kabel met een gegeven binnendiameter van de loodmantel, die bijv. door prijsoverwegingen wordt bepaald, de dikte van de kern moeten kiezen om een zoo weinig mogelijk afnemen van de amplitude per lengte-eenheid van de kabel te krijgen. Wanneer we aan het einde een zeker percentage van de ingangsspanning minstens willen overhouden, kunnen we zoodoende de maximaal toelaatbare kabellengte berekenen bij optimale afmetingen der kerndoorsnede.

Bij een looden mantel en een koperen kern vinden we dan voor de verhouding van a en b (zie fig. 1):

$$\frac{b}{a} = 5{,}2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

en bij deze verhouding van b en a is de golfweerstand eveneens van de orde van grootte van 60 ohm [1]).

Nu de verhouding van b en a is bepaald, kunnen we nog vragen, naar de absolute waarden, die deze grootheden minstens moeten hebben. We kunnen de demping in de kabel splitsen in een demping, die afkomstig is van de ohmsche weerstand van kern en mantel, rekening houdende met het zg. „skin-effect" (koperverliezen) en een demping, afkomstig van de diëlectrische verliezen in de isolatie, die evenredig is met de reeds genoemde verlieshoek δ. Nu wordt de laatste demping uitsluitend door het isolatiemateriaal bepaald en is onafhankelijk van a en b. De demping door de koperverliezen voert tot de betrekking (1), maar deze demping laat zich bovendien willekeurig verkleinen door b (en dus ook a) grooter te nemen. Dit laatste heeft alleen zin tot een grens, waarbij de diëlectrische verliezen gaan overheerschen [2]).

Als voorbeeld nemen we de volgende kabel, die zoo gekozen is, dat bij een golflengte van 200 m de dempingen door de koperverliezen en door de diëlectrische verliezen gelijk zijn.

$$2a = 2{,}5 \text{ mm}; \quad 2b = 13 \text{ mm}; \quad \varepsilon = 2{,}5;$$
$$\delta = 0{,}02; \quad Z = 63 \text{ ohm}.$$

Bij een golflengte van 200 m heeft deze kabel een demping van één neper, d.w.z. een verzwakking met een factor 2,72 per kilometer. Voor langere golflengten neemt de demping af, voor kortere golven neemt zij toe, terwijl dan tevens de diëlectrische verliezen gaan overwegen.

---

[1]) De nauwkeurige formule waartoe we komen is

$$ln\,\frac{b}{a} = 1 + \frac{a}{b}\sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1a)$$

waarin ρ_2 en ρ_1 de soortelijke weerstanden van mantel- en kernmateriaal zijn. Verder is het verband tusschen de golfweerstand Z en de waarden van a, b en de diëlectrische constante ε van het isolatiemateriaal:

$$Z = \frac{60}{\sqrt{\varepsilon}}\,ln\,\frac{b}{a} \text{ ohm} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Stellen we nu bijv. $\varepsilon = 2{,}5$, dan volgt, in verband met (1), $Z = 63$ ohm.

[2]) Zie voor meer bijzonderheden en voor de afleiding van de betrekking (1a): Radio-Nieuws **17**, 77, 1934.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

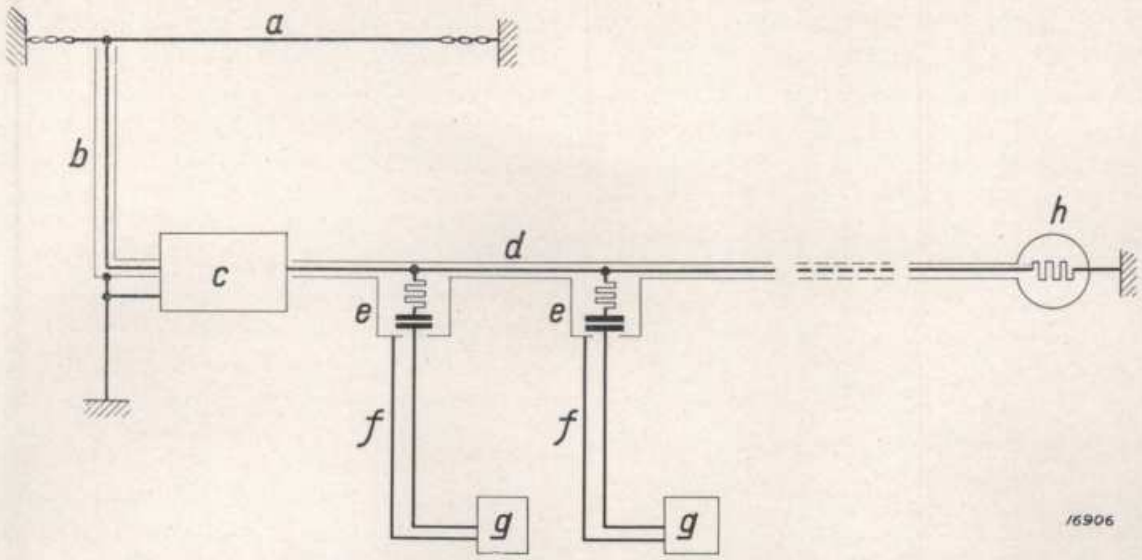


Fig. 2. Overzicht der installatie van het gemeenschappelijke antennesysteem. *a* antenne, *b* invoerleiding, *c* antenneversterker, *d* hoogfrequentie-distributiekabel, *e* aftakdoozen, *f* toevoerleiding, *g* ontvangtoestel, *h* afsluitweerstand.

Feitelijk is deze kabel meer dan voldoende voor het beoogde doel. Voor een installatie, waarbij de kabel-lengte niet grooter is dan 200 à 300 m, is een aanmerkelijk dunnere kabel nog goed bruikbaar. Ook het gebruik van een der vele soorten capaciteitsarme kabels voor afgeschermde antenne-invoer, die meestal een golfweerstand hebben van 100—150 ohm, is dan mogelijk.

Fig. 2 laat zien op welke wijze de installatie wordt uitgevoerd: *a* is de antenne, *b* is de invoerleiding der antenne, waarvoor bij voorkeur de genoemde afgeschermde capaciteitsarme kabel wordt gebruikt, *c* is de antenne-versterker en *d* de hoogfrequentie-distributiekabel. De kunstantennes, die tot taak hebben, de invloed van de kabel op de afstemming van het toestel te neutraliseeren, en die bestaan uit een serieschakeling van een capaciteit van 200 $\mu\mu$F en een weerstand van 30 ohm worden ondergebracht bij de in de kabel opgenomen aftakdoozen *e*. Voor de verbinding tusschen aftakdoos en ontvanger *g* wordt bij voorkeur gebruik gemaakt van een soepel soort afgeschermde kabel *f* met kleine capaciteit, hoogstens 40 $\mu\mu$F per m, en waarvan de lengte hoogstens 3 à 4 m mag bedragen. De aardklem van de ontvanger wordt direct verbonden met de kabelmantel en wordt zelf niet geaard. Aan het einde van de kabel is een doos aangebracht met de afsluitweerstand *h*. Tevens wordt de mantel hier geaard.

De antenneversterker

De eenvoudigste schakeling voor een dergelijke antenneversterker is aangeduid in *fig. 3*. De antennespanningen worden toegevoerd aan het rooster van een versterkerlamp (bij voorkeur van het tetrode of penthode type) en de anode van deze

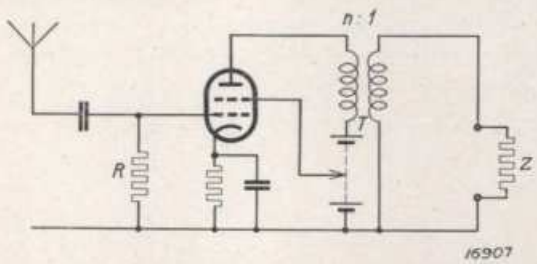


Fig. 3. Vereenvoudigd schema van een antenneversterker. De aan de weerstand R opgewekte wisselspanningen worden versterkt en via een transformator T aan de distributiekabel Z toegevoerd. De transformator T heeft de functie, de golfweerstand van de kabel aan te passen aan de lamp.

lamp wordt aangesloten op de kabelimpedantie Z via een uitgangstransformator T. Daar de inwendige weerstand van de lamp hoog is en de kabelimpedantie zooals we zagen een lage waarde heeft, wordt een factor n naar beneden getransformeerd.

Een nader onderzoek leert echter, dat een dergelijke eenvoudige versterker ongeschikt is voor het doorgeven van een groot frequentiegebied. De voornaamste oorzaak daarvan is de begrenzende werking door de schadelijke capaciteit over de primaire wikkeling. Deze schadelijke capaciteit bestaat hoofdzakelijk uit de capaciteit van de lamp, de wederzijdsche capaciteit van de draden en de eigencapaciteit van de wikkeling.

In *fig. 4* is schematisch de toestand aangegeven, die de spanning E_1 over de primaire wikkeling bepaalt. De lamp is vervangen door een stroombron $S\,V_g$ (S = steilheid, V_g = roosterwisselspanning), C_1 stelt de totale schadelijke capaciteit voor, L_1 is de zelfinductie van de primaire wikkeling en n^2Z is de naar de primaire zijde getransformeerde

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

secundaire belastingsweerstand. De secundaire of uitgangsspanning is n maal kleiner dan E_1.

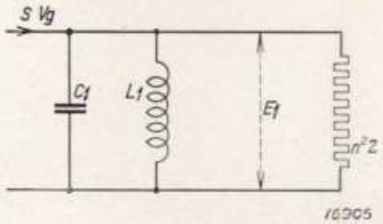


Fig. 4. Vervangingsschema voor de schakeling fig. 3. L_1 = primaire zelfinductie van de uitgangstransformator T, C_1 = schadelijke capaciteit. De stroombron $S\,V_g$ dient ter vervanging van de versterkte antennespanning, de impedantie n^2Z dient ter vervanging van de getransformeerde belastingsweerstand. Bij zeer lage frequentie wordt de wisselstroom door L_1 afgeleid, bij zeer hooge frequentie door C_1. Een maximale versterking wordt verkregen voor $\omega^2 L_1 C_1 = 1$.

Uit fig. 4 kunnen we nu aflezen, dat als C_1 afwezig was en L_1 voldoende groot werd genomen, de primaire impedantie bepaald zou worden door n^2Z en een hooge transformatieverhouding n zou dan aangewezen zijn. Dit geldt ook nog bij aanwezigheid van C_1, als C_1 zeer klein is of als de kring L-C_1 in resonantie is met de binnenkomende golf. Wordt C_1 echter zoo groot, dat haar impedantie de spanning E_1 gaat bepalen, dan is een lage transformatieverhouding n aangewezen. Tenslotte bepaalt dus C_1 de toe te passen transformatieverhouding en deze zal bij een groote golflengte hooger worden dan bij een kleine, daar de impedantie van C_1 toeneemt als de golflengte grooter wordt.

We kunnen het volgende concludeeren:

1) De nadeelige invloed van de schadelijke capaciteit neemt toe als de golflengte kleiner wordt.
2) Hoe kleiner het te versterken golflengtegebied is, hoe beter gebruik kan worden gemaakt van een resonantie tusschen de primaire capaciteit C_1 en de zelfinductie L_1 om de schadelijke werking van C_1 op te heffen.
3) Het is om deze reden voordeelig niet het geheele golflengtegebied met één versterker en uitgangstransformator te versterken, maar dit golflengtegebied in stukken te verdeelen en deze apart te versterken met parallel geschakelde versterkertrappen, waarvan de uitgangsspanningen weer gecombineerd worden. Practisch werd een verdeeling in twee gebieden gekozen: het omroepgebied van 200-2000 m golflengte en het korte-golfgebied van 20-55 m.

Fig. 5 geeft een foto, *fig. 6* geeft het schema van de antenneversterker aan. We zien rechts twee parallel geschakelde lampen *III* en *IV*, die het omroepgebied versterken en meer links twee lampen *I* en *II*, die het korte-golfgebied versterken. De secundaire wikkelingen van de twee uitgangstransformatoren zijn aangesloten op de ingangsklemmen van de kabel. De condensator C_s dient er voor om te voorkomen, dat de wikkeling van de transformator voor het korte-golfgebied een kortsluiting zou

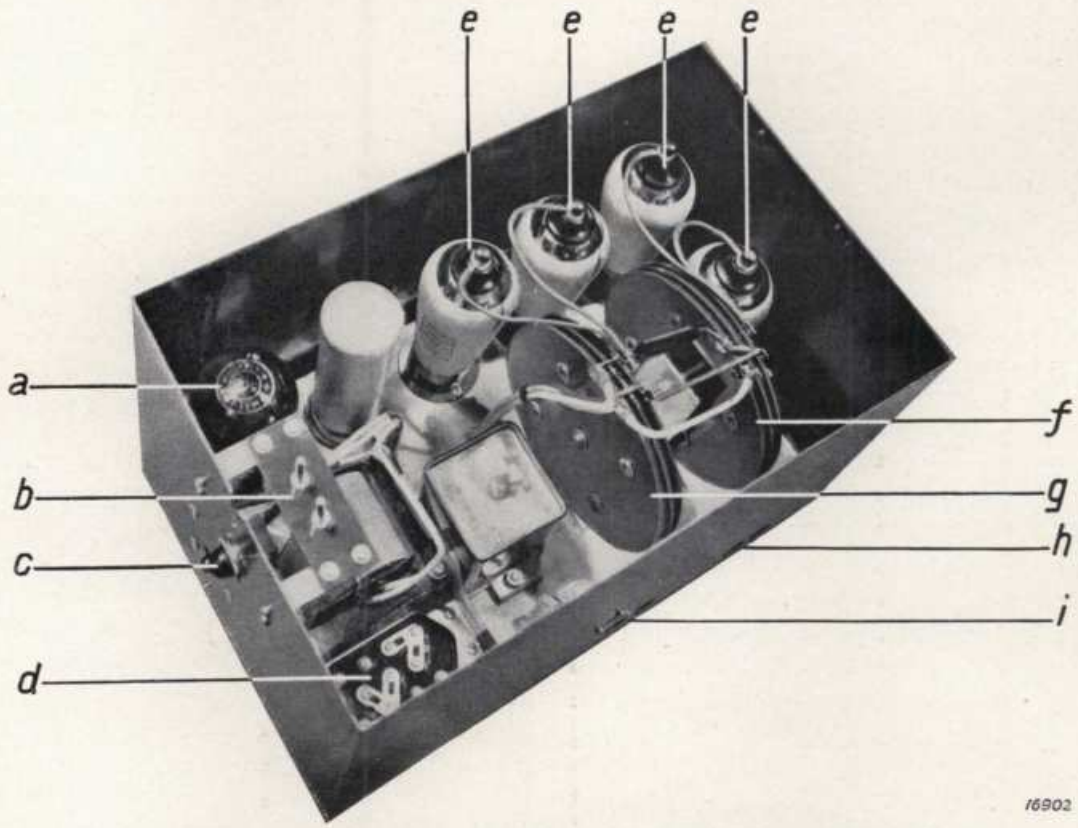


Fig. 5. Foto van de geopende versterker. Men onderscheidt de gelijkrichtlamp voor de voeding *a*, de netaansluiting *b*, de netschakelaar *c*, het omschakelplaatje *d* voor instelling op verschillende netspanningen, de versterkerlampen *e*, de beide uitgangstransformatoren *f* en *g* en de aansluitingen voor de antenne en de distributiekabel *h* en *i*.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

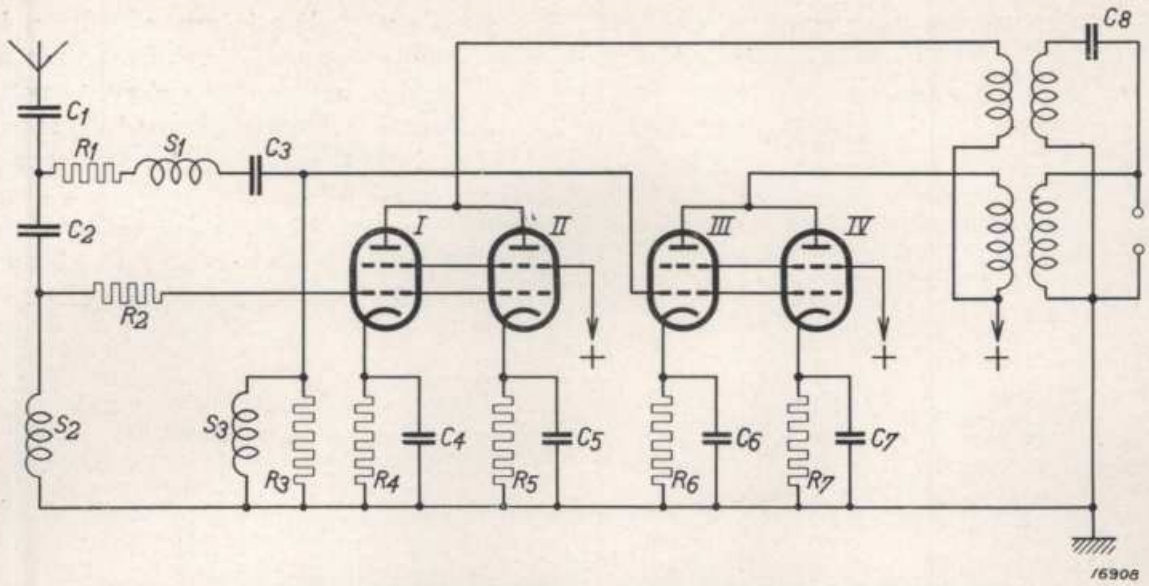


Fig. 6. Schakeling van de antenneversterker. De lampen *I* en *II* versterken de korte golven, de lampen *III* en *IV* de golven van het omroepgebied. De schakelelementen C_1, C_2, C_3, S_1, S_2, S_3, R_1, R_2, R_3 vormen het filter voor de twee golfgebieden. C_8 voorkomt, dat de wikkeling van de voor korte golven bestemde transformator een kortsluiting vormt voor de voor omroepgolven bestemde transformator [3]).

vormen voor de secundaire wikkeling van de transformator voor de omroepgolven.

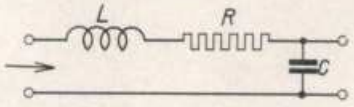
In fig. 6 zien we links nog een aantal condensatoren, zelfinducties en weerstanden, die geschakeld zijn tusschen de antenne en de roosters van de versterkerlampen. Deze elementen hebben voornamelijk de functie slechts dié frequenties naar de roosters van de lampen door te laten, die de lampen ook moeten versterken. Tengevolge van de kromming der karakteristiek (functioneel verband tusschen anodestroom en roosterspanning) is het mogelijk, dat er in de lampen trillingen worden opgewekt met een frequentie, die gelijk is aan de som of het verschil der frequenties, die naar het rooster worden gevoerd. Dit verschijnsel komt tot uiting, doordat bepaalde stations storingen door interfereerende fluittonen ondervinden. De kans hierop wordt sterk verminderd door onnoodige frequenties niet door te laten tot de roosters van de lampen.

De tusschen de antenne en de roosters geschakelde elementen vormen een filtersysteem, en wel een, dat een combinatie is van de in *fig. 7* en *fig. 8* geteekende enkelvoudige filters. Het filter van fig. 7 laat lage frequenties door en dat van fig. 8 hooge. De grensfrequentie is in beide gevallen gegeven door $\omega_0^2 LC = 1$ ($\omega = 2\pi f$, f = frequentie). De weerstanden R dienen om het maximum in de nabijheid van frequentie ω_0 te verlagen. In beide figuren stelt I voor een doorlaatkromme met weinig weerstand en II een met veel weerstand.

In fig. 6 kunnen we nu de functie van de verschillende elementen in het kort als volgt beschrijven. C_2 en S_2 snijden golflengten boven 55 m af van de roosters van de lampen *I* en *II*. De ingangscapaciteit van deze lampen staat parallel aan S_2, zoodat de weerstand R_2 noodig en voldoende was om een hinderlijke resonantie te onderdrukken.

S_1 en de ingangscapaciteit van de lampen *III* en *IV* snijden golflengten beneden 200 m af van de roosters van *III* en *IV*. Tenslotte snijden C_3 en S_3 golflengten boven 2000 m af van de roosters van *III* en *IV*.

R_1 en R_3 zijn dempingsweerstanden. Deze weerstanden zijn zoo gekozen, dat de resonantiemaxima bij de grensfrequenties niet geheel onderdrukt zijn.



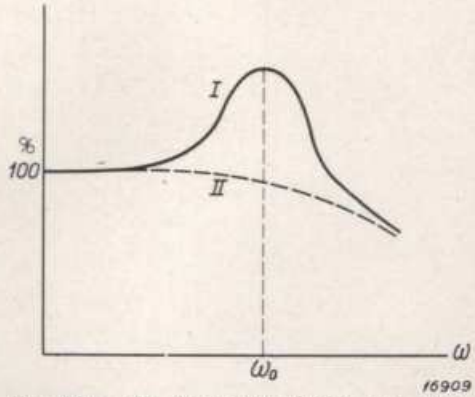


Fig. 7. Een filter, dat frequenties boven een grens $\omega_0/2\pi$ afsnijdt (laag doorlatend filter). Het diagram geeft de doorlaatkromme van het filter weer: I) voor een kleine weerstand R, II) voor een groote weerstand R.

[3]) De laatste uitvoeringsvorm is bovendien nog voorzien van twee zeefkringen, die het mogelijk maken, de storingen, die eventueel aanwezige sterke plaatselijke zenders zouden kunnen veroorzaken, te onderdrukken. Eenvoudigheidshalve zijn deze niet in de figuur geteekend.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

In *fig. 9* is de antennespanning, die door de versterker wordt geleverd op een weerstand van 50 ohm, uitgezet tegen de golflengte. Men herkent duidelijk de verdeeling in een gebied van korte golven en een omroepgolfgebied, die bereikt is met behulp van door weerstanden eenigszins vereffende resonantiemaxima. De maxima *2* en *5* zijn afkomstig van hoog doorlatende filters; het maximum *3* is afkomstig van een laag doorlatend filter, de maxima *1* en *4* beantwoorden aan de resonantiefrequenties van de uitgangstransformatoren voor het gebied van korte golven en het omroepgolfgebied.

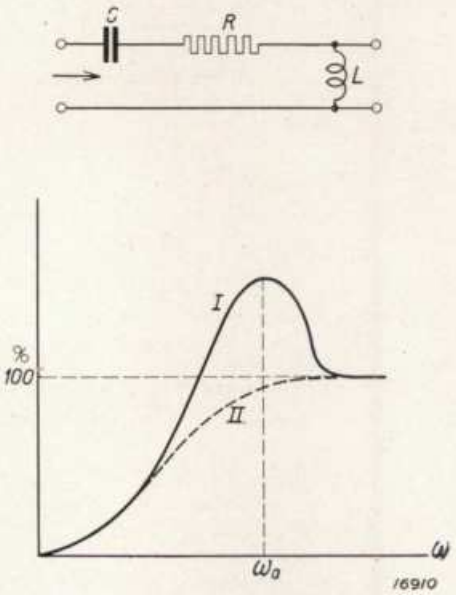


Fig. 8. Een filter, dat frequenties beneden een grens $\omega_0/2\pi$ afsnijdt (hoog doorlatend filter). De grensfrequentie is gegeven door $\omega_0^2 LC = 1$. Het diagram geeft de doorlaatkromme van het filter weer: I) voor een kleine weerstand R, II) voor een groote weerstand R.

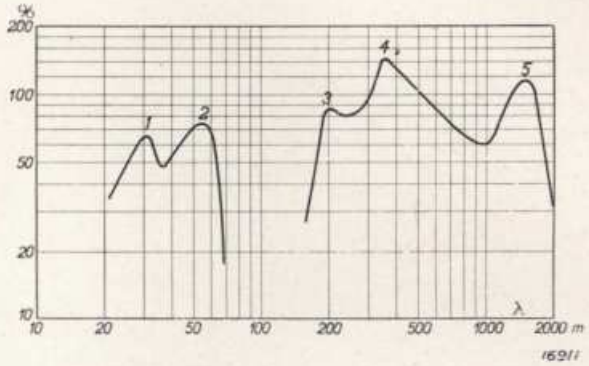


Fig. 9. Antennespanning op een weerstand van 50 ohm tegen de golflengte uitgezet. De maxima *2* en *5* zijn afkomstig van hoog doorlatende filters, *3* is afkomstig van een laag doorlatend filter ; *1* en *4* beantwoorden aan de resonantiefrequenties van de uitgangstransformatoren.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

KORTE MEDEDEELINGEN

Natriumverlichting van tennisbanen

Het probleem van de verlichting van tennisbanen is interessant, omdat hier bij uitstek streng aan twee eischen moet worden voldaan, die ook elders, maar dan niet zoo geprononceerd, worden gesteld, nl. afwezigheid van verblinding en een groote waarnemingssnelheid. In beide opzichten is een verlichting met natriumlampen speciaal geschikt. Wat de verblinding betreft, de ervaring leert, dat de aanwezigheid van een lichtbron in het gezichtsveld ingeval van natriumlampen minder hinderlijk is dan bij andere lichtbronnen van gelijke totale lichtsterkte. Dit is plausibel, met het oog op de geringe oppervlaktehelderheid der natriumlampen, al is bij de verschillende pogingen tot kwantitatieve definitie en meting van de schadelijke uitwerking der verblinding door verschillende lichtsoorten nog geen overeenstemming tusschen de verschillende onderzoekers bereikt. In verband met het tweede punt, de waarnemingssnelheid, is ongeveer gelijktijdig door Arndt, Bouma, en Luckiesh en Moss gevonden, en onlangs weer door Weigel bevestigd, dat de waarnemingssnelheid bij natriumlicht grooter is dan bij andere lichtsoorten [1]). De waarnemingssnelheid wordt hier gedefiniëerd door de tijd, gedurende welke een object getoond moet worden, opdat een waarnemer met een zekerheid grooter dan 50% een bepaald detail kan zien. Dit is iets soortgelijks als door den tennisspeler wordt verlangd, die de plaats van de bal bij diens snelle vlucht moet kunnen herkennen.

De moderne natriumlampen leveren dus een zeer bevredigende oplossing van het verlichtingsprobleem van tennisbanen. Daar de kans op verblinding klein is, mogen de lampen een wijde uitstralingsopening hebben; hierdoor wordt de verlichting gelijkmatig, ook al worden de lampen betrekkelijk laag opgehangen, hetgeen voor het verkrijgen van een intensieve verlichting met zoo gering mogelijke kosten wenschelijk is.

De verlichting van tennisbanen is speciaal van belang voor streken met tropisch klimaat, aangezien daar de hitte het spelen overdag onmogelijk maakt en het 's avonds, zoodra het iets koeler wordt, ook direct donker is. Zoo zijn kort geleden in Nederlandsch-Indië drie openlucht-tennisbanen van natriumverlichting voorzien, nl. één te Bandjermassin en twee te Soerabaja. Men heeft hier goede resultaten bereikt door toepassing van natriumlampen („Philora" SO 150 W), die op 7 m hoogte in twee rijen aan weerskanten van de baan zijn opgehangen. Daar men op dit speciale gebied van verlichting nog weinig ervaring heeft, is het mogelijk, dat een nog gunstiger verdeeling der lampen (bijv. meer lichtpunten op kleinere afstand) gevonden wordt. De *fig. 1* laat de ophanging der armaturen zien, *fig. 2* toont een verlichte baan.

Fig. 1. Ophanging der armaturen van een met natriumlampen verlichte tennisbaan.

Fig. 2. Tennisbaan, verlicht met natriumlampen.

[1]) Zie ook het vorige No. van dit tijdschrift: P. J. Bouma, Philips techn. T. 1, 215, 1936.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

PRACTISCHE TOEPASSINGEN VAN RÖNTGENOGRAFISCH MATERIAALONDERZOEK VII

door W. G. BURGERS.

De röntgendiagrammen, die bij mengkristallen optreden (zie het artikel van deze rubriek in de vorige aflevering) geven vaak de mogelijkheid om de aanwezigheid van een bijmengsel in een bepaalde verbinding langs röntgenografische weg „indirect" aan te toonen. In vele gevallen nl. zal een verontreiniging door het hoofdbestanddeel „in vaste oplossing" opgenomen kunnen worden, d.w.z. het bijmengsel is niet als afzonderlijke phase aanwezig, doch vormt met het hoofdproduct een mengkristal. Dit verschijnsel treedt niet alleen op bij verbindingen, die overeenkomstige kristalstructuur hebben (d.w.z. „isomorfe kristallen" vormen), maar ook bij verbindingen, die geheel verschillend kristalliseeren, of waarvan er bijv. één een gas is. Het mengkristal neemt dan de kristalvorm aan van het bestanddeel, dat in hoofdzaak aanwezig is.

Zooals nu in het vorige artikel van deze rubriek is uiteengezet, zal dit verschijnsel röntgenografisch tot uiting komen door een verschuiving der interferentielijnen van het hoofdbestanddeel, hetzij naar de kant van kleinere, hetzij naar die van grootere afbuigingshoek der verstrooide röntgenstralen ten opzichte van de invallende röntgenstralenbundel (dit hangt daarvan af of het kristalrooster van het hoofdproduct door het bijmengsel „uitgezet" of „ingekrompen" is). Ofschoon dus op deze wijze het bijmengsel niet als zoodanig te herkennen is en niet geïdentificeerd kan worden, kan wel worden vastgesteld, dat het hoofdproduct in niet volkomen „zuivere" toestand aanwezig is, hetgeen in vele gevallen reeds van groot belang kan zijn. Hieronder volgen twee voorbeelden, welke dit mogen toelichten.

Een beschouwing der opnamen der mengkristalreeks van koper-nikkel in fig. 1 van het vorige artikel vertoont een bijzonderheid. Het blijkt nl. dat de binnenste lijnen veel meer ten opzichte van elkaar verschoven zijn dan de buitenste. Dit hangt samen met de wijze, waarop de foto's zijn genomen. De „gevoeligheid" voor het aantoonen van een bepaalde verandering der atoomafstanden is nl. het grootst voor die lijnen, welke ontstaan door stralen, die het meest van de richting der invallende straling worden afgebogen. Dergelijke lijnen zullen op een „normale" opname, waarbij de film (zie *fig. 1a*; vgl. fig. 2 van artikel I dezer reeks, dit tijdschrift 1, 29, 1936) zoo in de camera is geplaatst, dat de niet afgebogen röntgenstraal bij het verlaten der camera door een gat in het midden van de film gaat, aan de beide uiteinden van de film liggen. Beter is het om volgens een door van Arkel[1]) aangegeven methode de film op zoodanige wijze in de camera te leggen, dat de röntgenstraal niet bij het verlaten doch bij het binnentreden der camera door een in de film aangebracht gat gaat, (vgl. *fig. 1b*).

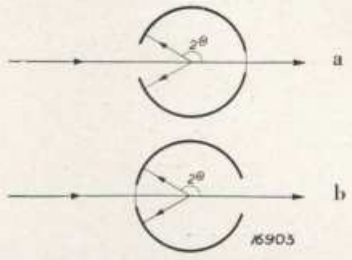


Fig. 1a. Normale opstelling. De „gevoelige" lijnen (2 Θ weinig kleiner dan 180°) liggen aan de uiteinden van de film.
b. „Omgelegde" film. De „gevoelige" lijnen komen in het centrum. Dit heeft het voordeel, dat de nauwkeurigheid van de meting der afstanden van de gevoelige lijnen minder beïnvloed wordt door het krimpen van de film bij het drogen.

Bij een dergelijke „omgelegde" film komen dus de „gevoelige" lijnen in het centrum. Dit heeft het voordeel, dat de nauwkeurigheid van de meting der afstanden van de gevoelige lijnen minder beïnvloed wordt door het krimpen van de film bij het drogen. *Fig. 2* laat het groote verschil

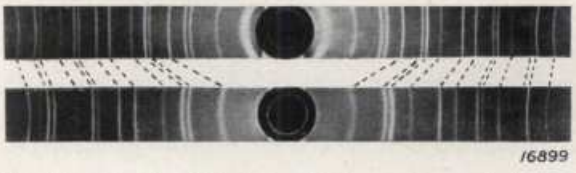


Fig. 2. „Omgelegde" röntgenfoto's van isomorfe kristallijne preparaten.
a) Thoriumoxyde, ThO_2,
b) Thoriummetaal, Th.
Overeenkomstige lijnen op beide foto's zijn verbonden. Duidelijk blijkt, dat de binnenste lijnen veel sterker ten opzichte van elkaar verschoven zijn dan de buitenste.

in verschuiving tusschen binnenste en buitenste lijnen nog eens extra uitkomen. De bovenste opname is afkomstig van thoriumoxyde ThO_2, de onderste van metallisch thorium, welke t.o.v. de onderlinge rangschikking der thoriumatomen „isomorf" zijn; alleen is de afstand dezer atomen in het oxyde aanmerkelijk grooter dan in het metaal.

15. Aanwezigheid van overmaat tantaal in tantaalcarbide [2])

In voorbeeld 9 (dit tijdschrift 1, 188, 1936) werd medegedeeld, dat bij de bereiding van carbiden van hoogsmeltende metalen volgens een bepaalde methode ook een afscheiding van het metaal zelf kon optreden. Bij bepaalde draden van zirkooncarbide waren op de röntgenopname naast de lijnen, die aan het carbide zelf toekwa-

[1]) A. E. van Arkel, Z. Kristallogr. **67**, 235 1928.

[2]) W. G. Burgers en J. C. M. Basart, Z. anorg. allg. Chem. **216**, 223, 1924.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

men ook die van zirkoonmetaal aanwezig (loc. cit. fig. 1): in dit geval had zich het metaal dus althans gedeeltelijk in vrije toestand als zelfstandige phase naast het carbide afgescheiden.

Bij de bereiding van tantaalcarbidedraden werd eenerzijds eenzelfde verschijnsel waargenomen, anderzijds werden ook een groot aantal draden verkregen, die alleen het patroon der carbide-lijnen lieten herkennen. Deze draden, die er voor het bloote oog veelal gelijk uitzagen (met een lichtgeel tot goudgeel metallisch uiterlijk) bleken zich bij gloeiing in vacuum, waarbij hun gedrag met het oog op hun eventueele beteekenis als gloeilichaam voor lampen uitvoerig bestudeerd werd, verschillend te gedragen; reeds bij betrekkelijk lage temperatuur ($\sim 2000°$) traden van draad tot draad wisselende weerstandsveranderingen op en werden de ballons in soms meerdere, soms mindere mate met een metallisch uitziende spiegel bedekt. Uit („omgelegde") röntgenopnamen der draden bleek nu, dat de diameter der binnenste interferentielijn van draad tot draad wisselde, overeenkomende met variaties in de atoomafstand van $\pm$ 1%. *Fig. 3a* en *b* vertoonen twee dergelijke opnamen [3]). Het was zeer waarschijnlijk, dat de draden verschillende hoeveelheden tantaalmetaal in overmaat in vaste oplossing hadden opgenomen: dit werd naderhand voor enkele draden door een chemische (verbrandings-) analyse bevestigd, waarbij bijv. een brutosamenstelling van Ta:C = 6:5 werd vastgesteld. Door gloeien in methaan kon de overmaat tantaalmetaal in carbide omgezet worden, en dit zoo in zuivere toestand verkregen worden. Nadat van het zuivere TaC de diameter van de binnenste interferentie-cirkel bepaald was, kon het röntgenografisch onderzoek voortdurend als contrôle-methode bij de bereiding gebruikt worden.

a
b

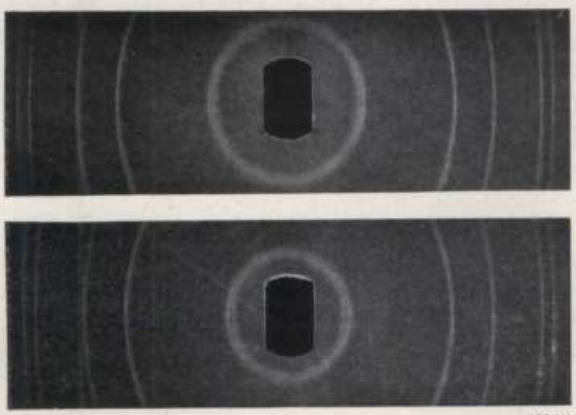


Fig. 3. Röntgenfoto's van
a) zuiver tantaalcarbide, TaC,
b) tantaalcarbide, waarin een overmaat tantaal in vaste oplossing aanwezig is.
De binnenste („gevoelige") interferentie-ring heeft in foto b) aanmerkelijk kleinere diameter dan in foto a).

16. Aanwezigheid van waterstof in tantaal

Tantaalmetaal kan verkregen worden door thermische dissociatie van tantaalpentachloride, $TaCl_5$, op een gloeiende kerndraad [4]), geheel analoog dus aan de wijze, waarop voor het eerst door Van Arkel [5]) wolfraam uit WCl_6 afgescheiden is. Het bleek, dat de duktiliteit van het verkregen product verreweg het gunstigst was, indien het bij de bereiding gebruikte $TaCl_5$ van te voren in vacuum gesublimeerd was (het werd bovendien door deze behandeling veel reactiever).

Het is zeer waarschijnlijk, dat dit toegeschreven moet worden aan het feit, dat door de genoemde behandeling het $TaCl_5$ van geadsorbeerde gassen bevrijd wordt. Indien deze laatste bij de tantaalafscheiding nog aanwezig zijn, kunnen zij door het metaal opgenomen worden en daarmee bijv. een vaste oplossing vormen, hetgeen de verminderde duktiliteit tengevolge heeft.

Deze veronderstelling vindt een röntgenografische bevestiging in het feit, dat verschillend geprepareerde tantaaldraden kleine verschillen in atoomafstand vertoonden, zooals wederom uit de wisselende diameter van de binnenste interferentiecirkel (op een „omgelegde" film) afgeleid kan worden. In *fig. 4a* en *b* zijn twee dergelijke opnamen weergegeven, die verkregen zijn door in het eene geval a) het metaal uit zuiver $TaCl_5$ af te scheiden, terwijl in het andere geval b) de dissociatie van het chloride in een waterstofatmosfeer

a
b

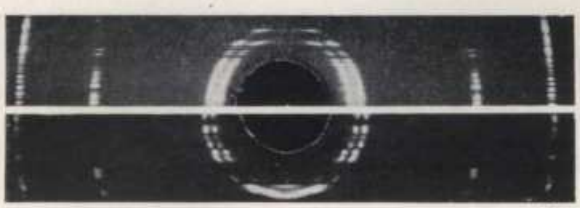


Fig. 4. Röntgenfoto's van tantaal, hetwelk door thermische dissociatie van tantaalchloride a) bij afwezigheid, b) bij aanwezigheid van waterstof bereid is.
De grootere diameter der binnenste interferentie-cirkel in foto b) is een gevolg van de aanwezigheid van waterstof in het metaal, hetwelk hierdoor tevens minder duktiel geworden is.

[3]) De opnamen doen weer duidelijk de hoogere „gevoeligheid" der binnenste lijn ten opzichte van de meer naar buiten gelegen lijnen uitkomen.

[4]) W. G. Burgers en J. C. M. Basart, Z. anorg. allg. Chem. **216**, 223, 1924.

[5]) A. E. van Arkel, Physica **3**, 76, 1923.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

plaats vond. Het verschil in diameter der binnenste interferentie-ringen (een doublet) bedraagt 2 mm, hetwelk in dit geval met een verschil in roosterconstante van $\pm$ 0,2% blijkt overeen te komen en wel zoodanig, dat het tantaalrooster door de opgenomen waterstof een weinig is uitgezet.

OVERZICHT VAN RECENTE WETENSCHAPPELIJKE PUBLICATIES DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

No. 1076*: W. F. Brandsma: Het onderzoek van de beitelpunt (Metaalbewerking **2**, 541-545, Febr. 1936).

In dit artikel wordt de zg. schijfproef beschreven, waarbij de kwaliteit van de beitelpunt wordt beoordeeld door na te gaan, bij welke diameter de beitel bezwijkt, indien men een schijf, die met een constante hoeksnelheid roteert, van het midden naar de rand gaande met deze beitel afdraait.

Aangezien in dit tijdschrift eenige artikelen over dit onderwerp zijn opgenomen (Philips techn. T. **1**, 183 en 200, 1936), zullen wij er hier niet nader op ingaan.

No. 1077: Balth. van der Pol: On oscillations (Norsk Rikskringkastings Forelesninger, Oslo 1936, p. 243-275).

In deze voordracht werd op wiskundige grondslag een samenvattend overzicht gegeven van de voornaamste eigenschappen van trillingen, waarmee men in zeer verschillende gebieden van wetenschap en techniek kan te maken hebben. Naast de gebruikelijke functies met sinusvormig tijdsdiagram werd speciaal de aandacht gevestigd op de functies met een rechthoekig tijdsdiagram, waarvan men op analoge wijze als bij de gewone sinussen ook een orthogonaal stelsel van functies kan maken, zoodat het mogelijk bleek, een gewone sinusfunctie naar deze functies te ontwikkelen. Na de behandeling van deze trillingen, die door lineaire differentiaalvergelijkingen worden beschreven, ging de spreker tot de niet-lineaire verschijnselen over. De door den spreker onderzochte samenhang tusschen de harmonische en de zg. relaxatietrillingen werd toegelicht. De voordracht besloot met het bespreken van verschillende voorbeelden van relaxatietrillingen, die in natuur en techniek veelvuldig voorkomen: hartslag, multivibrateur van Abraham en Bloch en de zg. slaapbewegingen van planten.

(In Ned. T. Natuurk. **3**, p. 65-84 en 97-108, 1936 is ook een bewerking van deze voordracht verschenen).

No. 1078: J. L. Snoek: On the "Permalloy Problem" (Nature **137**, 493, Mrt. 1936).

Volgens Lichtenberger moet de bijzonder hooge permeabiliteit van permalloy worden toegeschreven aan het feit, dat drie bijzondere punten in het systeem ijzer-nikkel dicht bij elkaar liggen, nl. bij 71% nikkel verdwijnt de kristal-anisotropie, bij 82% gaat de absolute waarde der magnetostrictie door een minimum, bij 85,5% verdwijnt de anisotropie der magnetostrictie. Verschillende recente onderzoekingen van hemzelf en anderen geven den schrijver aanleiding, deze veronderstelling van Lichtenberger voor juist te houden. Bij langzaam koelen zonder magneetveld heeft de magnetostrictie gelegenheid de magnetische oriëntatie te verstoren, zoodat dan een lage permeabiliteit het gevolg is. Koelt men daarentegen langzaam in een magnetisch veld af, dan wordt de storende invloed van de magnetostrictie in de richting van dit magneetveld opgeheven en treedt de invloed van de kristalanisotropie veel duidelijker naar voren.

No. 1079: K. F. Niessen: Erdabsorption bei vertikalen Dipolantennen in grosser Höhe über ebener Erde (Ann. Physik **25**, 673-687, Apr. 1936).

Voor het geval, dat het quotiënt van de hoogte h van een verticale dipool boven de aarde en de uitgezonden golflengte λ aan een bepaalde ongelijkheid voldoet, geldt een in dit artikel afgeleide formule voor het gedeelte T, dat van de totale, uitgestraalde energie door de aarde wordt geabsorbeerd. Dit geabsorbeerde gedeelte hangt af van de absolute waarde n en van het argument van de complexe brekingsindex en derhalve van de diëlectrische constante en van het geleidingsver-

*) Van publicaties gemerkt met * is geen voor verspreiding voldoend aantal overdrukken beschikbaar. Van de andere publicaties verstrekt de Administratie van het Natuurkundig Laboratorium, Kastanjelaan, Eindhoven, op aanvraag gaarne overdrukken.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

mogen van de bodem. Voor het practisch voorkomende geval, dat l/n^2 ten opzichte van 1 kan worden verwaarloosd, werden eenvoudige formules aangegeven. Het geabsorbeerde gedeelte T bij eindige hoogte h van de dipool is grooter dan $T(\infty)$ voor een oneindige hoogte van de dipool. Dit exces in de absorptie tengevolge van het plaatsen van de dipool op een eindige hoogte h is als functie van h/λ geteekend. Uit de figuur blijkt, dat het voordeelig is om de dipool op een hoogte van een oneven aantal kwart golflengten te plaatsen, terwijl men vrijwel niets meer wint door de dipool nog hooger dan vier golflengten boven de aarde aan te brengen.

No. 1080: A. Bouwers: Röntgenapparaten (Ingenieur **51**, E 27-30, Mrt. 1936).

In deze voordracht werd aan de hand van eenige voorbeelden speciaal belicht, hoe de röntgentechniek er in is geslaagd om uit de röntgenbuis der experimenteele physica een van te voren te berekenen, volkomen ongevaarlijk electrotechnisch apparaat te maken. De spreker behandelde het probleem der isolatie bij hoogspanningsconstructies, in het bijzonder een vereenvoudigde methode voor het berekenen en construeeren van de door een bepaalde veldsterkte gelijkmatig belaste isolatie van hoogspanningsconstructies, het leveren van een groot vermogen gedurende een korte tijd, het opwekken van zeer hooge spanningen tot eenige millioenen volts. Er werd o.a. gedemonstreerd: een klein volledig röntgenapparaat van $3\frac{1}{2}$ kg en hoogspanningsgeneratoren voor 1 millioen volt gelijkspanning en 2 millioen volt stootspanning.

No. 1081: R. Vermeulen: Geluidsfilm-apparaten (Ingenieur **51**, E 30-34, Mrt. 1936).

Bij de Philips-Miller methode geschiedt het opnemen van geluidsfilms langs mechanische weg, zooals bij een gramofoonplaat, terwijl bij de reproductie van de film optische hulpmiddelen worden gebruikt, evenals bij een langs fotografische weg opgenomen geluidsfilm. Aangezien in dit tijdschrift een reeks van artikelen aan dit onderwerp wordt gewijd (Philips techn. T. **1**, 107, 135, 211 en 235, 1936), zullen wij er in dit verband niet verder op ingaan.

No. 1082: J. van der Mark: Een experimenteele televisie-zender en -ontvanger (Ingenieur **51**, E 37-40, Mrt. 1936).

Dit artikel stemt vrijwel overeen met een artikel van dezen schrijver, dat onder dezelfde titel werd opgenomen in de eerste aflevering van dit tijdschrift (Philips techn. T. **1**, 16, 1936).

No. 1083: M. J. Druyvesteyn: Electron emission of the cathode of an arc (Nature **137**, 580 Apr. 1936).

Bij kool- en wolfraambogen worden de electronen veelal tengevolge van de hooge temperatuur der kathode uitgezonden. Bij de kwikboog wordt verondersteld, dat de emissie van electronen door de koude kathode een gevolg is van het sterke electrische veld, dat de positieve ionen, die naar de kathode loopen, vóór de kathode vormen. De schrijver veronderstelt hiernaast nog een derde mechanisme voor het emitteeren van electronen door de kathode, dat wellicht bij een koper- of ijzerboog kan optreden. De kathode wordt hierbij verondersteld, althans ten deele, bedekt te zijn met een dunne laag van een isoleerende stof. De positieve ionen, die zich op deze laag ophoopen, kunnen een zoo sterk veld leveren, dat het metaal electronen emitteert door die isoleerende laag heen. Deze electronen vliegen met groote snelheid door de ruimteladingslaag der positieve ionen heen, zoodat zij vrijwel geen gelegenheid hebben, daarmee te recombineeren. Het grootste gedeelte van het spanningsverval bij de kathode komt op de isoleerende laag te staan.

No. 1084: J. A. M. van Liempt: Die Dampfdrucke des Caesiums (Rec. Trav. chim. Pays-Bas **55**, 157-160, Mrt. 1936).

Steunend op vroegere beschouwingen (vgl. overzicht No. **1051**) vindt de schrijver voor de dampdruk van caesium als functie van de temperatuur een uitdrukking, die dit verband tusschen 300 en 1000 °K goed weergeeft. Voor het traject van 270 tot 300 °K wordt de waarschijnlijkste formule voor de sublimatiekromme aangegeven.

No. 1085: J. L. Snoek: Sur une nouvelle expérience de magnétostriction (Physica **3**, 205-206, Apr. 1936).

De omkeerbare torsieverschijnselen, die een op een speciale manier voorbehandelde nikkeldraad bij temperatuursveranderingen in de buurt van het Curiepunt volgens Perrier vertoont, worden niet meer waargenomen, als deze draad met chloorwaterstof afgeëtst wordt, of als oxydatie bij de voorbehandeling wordt vermeden. Volgens den schrijver moeten deze verschijnselen dus worden toegeschreven aan het oxydhuidje van de draad

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

en niet aan onomkeerbare textuurveranderingen, zooals Perrier meende.

No. 1086: W. Elenbaas: Der Einfluss des Zündgases auf die Quecksilber-Hochdruckentladung (Physica **3**, 219-236, Apr. 1936).

Door de vermindering der straling te meten, bepaalde de schrijver het extra energieverlies per cm buislengte van een hoogedrukontlading in kwikdamp, waarbij een hoeveelheid edelgas is gevoegd. Dit extra verlies bleek vrijwel onafhankelijk te zijn van de energie, die per cm buislengte wordt toegevoerd. Het kan worden berekend als een gevolg van de vermeerdering der warmtegeleiding. Veronderstellende, dat in zuiver kwik de afgevoerde warmte per cm buislengte 10 W bedraagt, konden de metingen worden beschreven met behulp van een formule van Enskog voor de warmtegeleiding van een gasmengsel. Vroeger heeft de schrijver een energieverlies van 9 W/cm gevonden uit de variatie van het potentiaalverval als functie van de toegevoerde energie per cm buislengte. Houdt men rekening met de extra-verliezen tengevolge van het toegevoegde edelgas, dan kan men de variatie van de gradient bij toevoeging van edelgas berekenen volgens de vroeger gegeven theorie.

No. 1087: J. R. J. van Dongen en J. G. C. Stegwee: De beteekenis van de schijfproef als verkorte standtijdproef (Metaalbewerking **3**, 1-6 en 49-56, Mrt. en Apr. 1936).

In verband met het feit, dat in dit tijdschrift reeds eenige artikelen over dit onderwerp zijn verschenen (Philips techn. T. **1**, 183 en 200, 1936), zien wij hier van een referaat af.

No. 1088: K. Posthumus: Richtantennes met identiek richtingsdiagram, maar ongelijke stroomverdeeling (aequivalente antennes) (T. Ned. Rad. Genootsch. **7**, 115-139, Apr. 1936).

De schrijver toont aan, dat in het algemeen een antenne, die bestaat uit eenige onderling gelijke elementen, die op een rechte lijn op onderling gelijke afstanden zijn gerangschikt en een willekeurige stroomverdeeling hebben, een zelfde stralingsverdeeling heeft als eenige andere antennes met afwijkende stroomverdeeling. In totaal zijn er 2^{n-1} aequivalente antennes, bestaande uit n elementen. Aangeduid wordt, hoe men deze aequivalenten kan vinden uit de gegevens betreffende een willekeurige antenne. Tenslotte laat de schrijver zien, dat er voor de meest-gebruikelijke antennes geen aequivalente bestaat.

No. 1089: J. H. de Boer, W. G. Burgers and J. D. Fast: The transition of hexagonal α-titanium into regular β-titanium at a high temperature (Proc. kon. Akad. Wet. **39**, 515-519, Apr. 1936).

Bij het bereiden van zirconium door thermische dissociatie van ZrJ_4 scheidt zich dit metaal in een regulaire vorm (β-modificatie) af, terwijl het bij gewone temperatuur hexagonaal is (α-modificatie). Titanium is isomorf met zirconium en scheidt zich bij hoogere temperatuur tezamen met zirconium in de vorm van mengkristallen af. De onderstelling lag derhalve voor de hand, dat ook titanium bij hooge temperatuur in een regulaire β-modificatie overgaat. Zoowel uit weerstandskrommen als uit röntgenopnamen blijkt, dat dit inderdaad het geval is. Het overgangspunt ligt bij 882 °C, hetgeen weinig verschilt van de overgangstemperatuur 862 °C voor zirconium. In overeenstemming met het gedrag van zirconium (zie overzicht No. **1095**) vindt men alleen dàn een scherpe overgangstemperatuur, wanneer het titanium vrij is van zuurstof of stikstof. Bevat het metaal deze elementen wel, dan vindt men geen scherpe overgangstemperatuur, doch een overgangsgebied.

No. 1090: J. A. M. van Liempt und J. A. de Vriend: Das Flimmern von Glühlampen bei Wechselstrom (Z. Phys. **100**, 263-266, Apr. 1936).

Met behulp van een kathodestraalbuis en een caesium-fotocel werd het flikkeren van diverse gloeilampen van verschillend type onderzocht bij branden op een wisselstroom van lage frequentie. Bij lampen van eenzelfde wattage is het flikkeren het minste voor vacuum-spiraaldraadlampen, daarna volgen vacuumlampen met rechte draad en de met gas gevulde lampen met dubbel gespiraliseerde gloeidraad, terwijl het flikkeren relatief het ergste is voor met gas gevulde lampen met enkelvoudig gespiraliseerd draad.

No. 1091*: Balth. van der Pol: Trillingen (Ned. T. Natuurk. **3**, 65-84 en 97-108, Apr. 1936).

Vertaling van No. **1077**.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!